



Avaliação e comparação de duas estratégias de rega deficitária na vinha velha da Herdade da Comenda Grande

Francisco Maria de Noronha Lopes e Silva Marques

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em:

Engenharia Agronómica

Orientadores: Doutor José Luís Monteiro Teixeira

Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga

Júri:

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora Associada
Agregada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Carlos Manuel Antunes Lopes, Professor Associado Agregado do
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa
Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Auxiliar
do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

Quero agradecer a todos os que de uma forma ou outra contribuíram para a esta dissertação e para todo o meu percurso académico em especial:

Ao professor Ricardo Braga por todo o seu esforço e o seu grande contributo na realização deste trabalho e por tudo o que me ensinou nos últimos dois anos do meu percurso no instituto superior de agronomia.

Ao professor José Luís Teixeira pela ajuda na compreensão do ISAREG e todos os parâmetros com este relacionados.

Ao professor Nuno Cortez pela grande ajuda prestada na caracterização edáfica e por todo o aconselhamento neste trabalho.

Ao Gonçalo Vitorino, Manuel Penteado, João Graça e Ricardo Egipto por todos os ensinamentos e acompanhamento na recolha de dados nesta dissertação e ao professor Jorge Ricardo, Diana Faria e Daniel Duarte pela ajuda nas análises laboratoriais no instituto superior de agronomia.

A toda a equipa da Aquagri, em especial ao Gonçalo Rosado Pereira, Francisco Mira, Manuel Ramalho, António Ramos e Francisco Castelo Branco.

Aos meus Avós e aos meus tios António e Nuno pela total disponibilidade da Comenda Grande para que fosse possível a realização desta dissertação.

Ao António Tirapicos pela ajuda na abertura dos perfis de solo e ao Miguel Mirador por toda a ajuda e informação disponibilizada.

Aos meus amigos António Quadros e Costa e Francisco Medeiro pela amizade e companheirismo durante o mestrado e pela ajuda prestada nesta dissertação.

E finalmente aos meus pais e aos meus irmãos por todo o apoio e educação ao longo da minha vida e do meu percurso académico.

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo realizar uma avaliação de duas estratégias de rega deficitária controlada com recurso ao balanço hídrico e a duas sondas capacitivas de água no solo.

Para realizar o respetivo estudo foram definidas duas estações na mesma vinha, na Herdade da Comenda Grande, em Arraiolos no distrito de Évora.

De forma a avaliar a condução da rega estudou-se a evolução do teor de água no solo através da instalação de uma sonda capacitiva em cada estação, pela empresa AQUAGRI e realizou-se um balanço hídrico no programa ISAREG.

Verificou-se um maior stress hídrico ao longo do ciclo na estratégia 2 o que provocou um decréscimo significativo da produtividade da mesma em relação à estratégia 1.

Para complementar a comparação foram ainda realizadas análises físicas e química do perfil de solo de cada estratégia, com o que se concluiu um inferior potencial produtivo do solo na estratégia 2, devido à sua maior compacidade e menor profundidade radicular, resultando numa menor volume de solo disponível a ser explorada por parte das raízes.

Palavras-chave: Rega deficitária, Balanço Hídrico, Sonda Capacitiva, ISAREG

Abstract

The objective of this dissertation is to evaluate two deficit irrigation strategies helped by the water balance and two capacitive water probes in the soil.

To carry out the related study, were defined two stations in the same vineyard, in Herdade da Comenda Grande, in Arraiolos, Évora.

In order to evaluate the irrigation strategy, the evolution of the water content was studied by the installation of a capacitive probe in each station, by AQUAGRI company and a water balance was performed in the ISAREG program.

There was a higher water stress during the cycle in strategy 2, which caused a significative decrease in productivity of the same when compared to strategy 1.

To complement this comparison, physical and chemical analysis of the soil profile of each strategy were, with which was possible to conclude that the strategy 2 has a lower soil productive potential, due to its greater compactness and lower root depth, resulting in a smaller volume of available soil to be explored by the roots.

Keywords: Deficit irrigation, Soil Water Balance, Capacitive Water Probe, ISAREG

Índice geral

Conteúdo

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice geral	v
Índice de Quadros	viii
Índice de Figuras	x
1-Introdução	1
1.1-Objetivos	2
2 - Revisão Bibliográfica	3
2.1 - A cultura da vinha	3
2.1.1 - Em Portugal.....	3
2.1.2 - No Mundo	5
2.2 - Rega na vinha - Estratégias de Rega deficitária.....	7
2.2.1 - Rega deficitária convencional	10
2.2.2- Rega deficitária controlada	11
2.2.3 - Rega alternada de uma parte das raízes	11
2.3 - Sondas Capacitivas.....	13
2.3.1 - Definição	13
2.4 – Crescimento e desenvolvimento da videira	14
2.4.1 - Vigor	14
2.4.2 - Relações de frutificação/vegetação	15
2.4.2.1 - Área foliar e Superfície foliar exposta	15
2.4.2.2 - Crescimento e Maturação da uva	16
2.4.2.3 - Produtividade e Qualidade.....	17
2.4.2.4 - Indicadores do estado hídrico	17
2.4.2.4.1- Potencial hídrico foliar de base	18
2.4.2.4.2 - Condutância estomática	20
3 – Material e Métodos	22
3.1 – Caracterização do ensaio	22
3.1.1 - Localização e caracterização da parcela	23
3.1.2 - Caracterização edafo-climática.....	24
3.1.2.1 - Caracterização climática.....	24
3.1.2.2- Campanha 2016	24

3.1.2.3 - Caracterização edáfica	29
3.1.3 - Sistema de Condução	30
3.1.3.1 - Vinha: Operações culturais	30
3.1.3.2 - Rega: Monitorização da Rega.....	32
3.2 - Delineamento experimental	34
3.2.1 - Sonda “ <i>drill and drop</i> ” da <i>Sentek</i> e sua instalação	34
3.2.2 – Determinação da fração transpirável	36
3.2.3 - Débito dos Gotejadores	38
3.2.4 - Plataforma Irrimax	39
3.2.5 - Metodologias	40
3.2.5.1 - Carga à poda e estados fenológicos.....	40
3.2.5.2 - Abrolhamento e fertilidade	42
3.2.5.3 - Superfície foliar exposta	43
3.2.5.4 - ET0 e Balanço Hídrico	44
3.2.5.5 - Potencial hídrico foliar de base	49
3.2.5.6 - Condutância estomática	49
3.2.5.7 - Abertura e descrição de perfis e análises de solo	50
3.2.5.7.1 - Descrição dos perfis de solo	51
3.2.5.8 - Controlos de Maturação: Colheita e composição de bagos	54
3.2.5.9 - Produtividade.....	56
3.3 - Análise Estatística	57
4 - Resultados e discussão	58
4.1 - Número de Talões	58
4.2 - Número de olhos deixados à poda	58
4.3 - Número de olhos abrolhados	58
4.4 - Número de olhos abrolhados total	58
4.5 - Número de sarmentos	59
4.6 - Número de cachos	59
4.7 - Altura das cepas até à bifurcação.....	60
4.8 - Diâmetro no colo	60
4.9 - Soma dos comprimentos dos braços de cada planta.....	61
4.10 - Percentagem de abrolhamento.....	61
4.11 - Superfície foliar exposta	62
4.12- Potencial hídrico foliar de base	63
4.13- Condutância estomática	63
4.14- Antocianas.....	64

4.15 - Polifenóis.....	64
4.16 - Grau brix.....	64
4.17 - Álcool provável	65
4.18- pH.....	65
4.19- Peso dos bagos.....	65
4.20- Produtividade.....	68
4.21- Balanço hídrico.....	69
5- Conclusões.....	72
6- Referências bibliográficas.....	76
7- Anexos	84
Anexo 1 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre as estratégias relativas aos dados recolhidos no campo.....	84
Anexo 2 - Quadro relativo à análise de solo realizadas no instituto superior de agronomia.	85
Anexo 3 - Quadro relativo às análises de solo realizadas pelo LAGRA.....	86
Anexo 4 – Quadro relativo à classificação dos diferentes horizontes do solo e estimativa do teor de água do solo correspondente à capacidade de campo e ao coeficiente de emurchecimento de acordo com o triângulo textural.	87
Anexo 5 - Quadros relativos às ANOVAS realizadas	88
Anexo 6 - Gráficos	98

Índice de Quadros

Quadro 1 - Área de vinha (ha) e produção total de vinho (hl) por região vitivinícola no ano 2014.....	5
Quadro 2- Produção de vinho no mundo.	6
Quadro 3- Operações culturais na vinha da comenda grande durante a campanha 2016.	31
Quadro 4- Duração das regas efetuadas na estratégia 1.....	32
Quadro 5- Duração das regas efetuadas na estratégia 2.....	32
Quadro 6- Determinação da fração transpirável em cada estratégia.....	37
Quadro 7- Débito dos gotejadores das duas estratégias de rega.....	38
Quadro 8 Coeficiente de uniformidade de Christiansen nas duas estratégias de rega.	38
Quadro 9- Evolução dos estados fenológicos ao longo do ciclo.....	42
Quadro 10- Evapotranspiração de referência média diária para cada mês de acordo com os dados meteorológicos da universidade de Évora- pólo da mitra.....	44
Quadro 11-Precipitação em mm durante a campanha 2015/2016 segundo os dados meteorológicos da universidade de Évora- pólo da mitra.....	44
Quadro 12-Esquema de rega da estratégia 1.	48
Quadro 13- Esquema de rega da estratégia 2.	48
Quadro 14- Recolha de dados relativos à carga à poda, abrolhamento e fertilidade da estratégia 1.	60
Quadro 15- Recolha de dados relativos à carga à poda, abrolhamento e fertilidade da estratégia 2.	60
Quadro 16- Dados relativos à dimensão das videiras da estratégia 1.....	61
Quadro 17- Dados relativos à dimensão das videiras da estratégia 2.....	61
Quadro 18- Percentagem de abrolhamento na estratégia 1.....	62
Quadro 19- Percentagem de abrolhamento na estratégia 2.....	62
Quadro 20- Superfície foliar exposta ao longo do ciclo.	62
Quadro 21- Valores médios do potencial hídrico foliar de base durante o ciclo.....	63
Quadro 22- Valores médios da condutância estomática de cada duas medições realizadas.....	64
Quadro 23- Resultados das análises laboratoriais relativas à qualidade da vindima na estratégia 1.	66

Quadro 24- Resultados das análises laboratoriais relativas à qualidade da vindima na estratégia 2.	66
Quadro 25- Evolução dos valores de brix, pH, e álcool provável durante o ciclo.....	67
Quadro 26- Quadro relativo à produtividade final da estratégia 1.....	68
Quadro 27- Quadro relativo à produtividade final da estratégia 2.....	68
Quadro 28 - ANOVA relativa ao número de talões deixados à poda.....	88
Quadro 29 - ANOVA relativa ao número de olhos deixados à poda.....	88
Quadro 30 - ANOVA relativa ao número de olhos abrolhados.	89
Quadro 31 - ANOVA relativa ao número de olhos abrolhados total.....	89
Quadro 32 - ANOVA relativa ao número de sarmentos.....	90
Quadro 33 - ANOVA relativa ao número de cachos.	90
Quadro 34 - ANOVA relativa à altura das cepas até à bifurcação.	91
Quadro 35 - ANOVA relativa ao diâmetro no colo.	91
Quadro 36 - ANOVA relativa à soma dos comprimentos dos braços.	92
Quadro 37 - ANOVA relativa à percentagem de abrolhamento.	92
Quadro 38 - ANOVA relativa à superfície foliar exposta.....	93
Quadro 39 - ANOVA relativa à condutância estomática.....	93
Quadro 40 - ANOVA relativa ao teor de antocianas.	94
Quadro 41 - ANOVA relativa ao teor de polifenóis.	94
Quadro 42 - ANOVA relativa ao grau brix.	95
Quadro 43 - ANOVA relativa ao teor de álcool provável.	95
Quadro 44 - ANOVA relativa ao pH.	96
Quadro 45 - ANOVA relativa ao peso dos bagos.	96
Quadro 46 - ANOVA relativa à produtividade.....	97

Índice de Figuras

Figura 1 - Consumo de água e parâmetros afetados pela disponibilidade hídrica ao longo do ciclo vegetativo da videira, no Hemisfério Norte.....	9
Figura 2- Câmara de pressão de Scholander.	19
Figura 3- Classificação do estado hídrico da planta nas diferentes fases do ciclo vegetativo.....	20
Figura 4- Porómetro foliar SC-1 da Decagon devices.	21
Figura 5-Localização da sonda em relação ao gotejador e à videira.....	22
Figura 6 – Localização do Monte da Comenda Grande e da vinha velha (imagem de satélite).....	23
Figura 7- Temperatura e precipitação no Inverno 2015/2016.....	25
Figura 8- Temperatura e precipitação na Primavera 2016.	26
Figura 9- Boletim Climatológico mensal- Junho 2016.	26
Figura 10- Boletim climatológico mensal – Julho 2016.....	27
Figura 11-Boletim climatológico mensal- Agosto 2016.....	28
Figura 12- Boletim climatológico mensal- Setembro 2016.	29
Figura 13- Carta de solos da herdade da comenda grande.	30
Figura 14- Evolução do teor de água volumétrico medido pela sonda em cada profundidade e na totalidade do perfil medido na estratégia 1.	33
Figura 15- Evolução do teor de água volumétrico medido pela sonda em cada profundidade e na totalidade do perfil medido na estratégia 2.	33
Figura 16- Abertura do orifício para colocação da sonda.	35
Figura 17- a)Instalação de uma das sondas; b) Unidade de Comunicação GPRS	36
Figura 18-Diagrama triangular da textura do solo de Gomes e Silva.	37
Figura 19- Plataforma Irrimax.	39
Figura 20- Esquema para cálculo do Perímetro Exposto, Monoplano Vertical Ascendente	43
Figura 21-Análise do perfil de solo.....	50
Figura 22- Perfil de Solo da estratégia 1.....	52
Figura 23- Perfil de Solo da estratégia 2.....	53
Figura 24- Refratómetro digital utilizado.....	54
Figura 25 -Medidor de pH de elétrodos utilizado.....	55

Figura 26 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a encarnado) da estratégia 1, sem “ascensão capilar”.....	69
Figura 27 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a encarnado) da estratégia 1, com valor de “ascensão capilar” de 6 mm/dia.	70
Figura 28 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a encarnado) da estratégia 2, sem “ascensão capilar”.....	70
Figura 29 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a encarnado) da estratégia 2, com valor de “ascensão capilar” de 6 mm/dia.	71
Figura 30 – Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a encarnado) da estratégia 2, com valor de “ascensão capilar” de 8 mm/dia.	71
Figura 31 - Evolução da altura e espessura da sebe ao longo do ciclo.	98
Figura 32- Evolução da superfície foliar exposta ao longo do ciclo em m ² /há.	98
Figura 33- Evolução do potencial hídrico foliar de base ao longo do ciclo em BAR.	99
Figura 34- Evolução do potencial hídrico foliar de base em MPa.	99
Figura 35- Variação da condutância estomática nas duas datas em que foi medida em mmol/cm ²	100
Figura 36- Evolução do teor de álcool provável durante o ciclo em percentagem de volume.....	100
Figura 37- Evolução do grau brix ao longo do ciclo.....	101
Figura 38- Evolução do teor de pH durante o ciclo.	101
Figura 39- Correlação entre o número de cachos e o seu peso em kg.	102
Figura 40- Correlação entre o número de cachos e o seu peso em kg.	102
Figura 41-Evolução da evapotranspiração de referência na campanha 2015/2016 de acordo com a estação meteorológica da mitra.	103
Figura 42- kc em função do dia do ciclo.....	104
Figura 43- Evolução da precipitação em mm ao longo do ciclo.....	104
Figura 44- Evolução da humidade do solo (mm) ao longo do ciclo.	105

1-Introdução

A agricultura e de acordo com a CVRA, 2001, tem sofrido ao longo dos tempos e principalmente após a revolução industrial, grandes alterações a todos os níveis. Tratando-se inicialmente de um meio de subsistência através do cultivo de pequenas parcelas, após a revolução industrial e com o acesso dos agricultores a maquinaria inovadora, passou a ser vista como uma verdadeira atividade económica.

Segundo a CVRA, 2001, durante parte da década de 80 mas principalmente durante a década de 90 do sec. XX, os agricultores alentejanos presenciaram uma redução drástica dos rendimentos nas suas atividades agrícolas tradicionais: a produção de cereais e a produção agropecuária. Esta redução de rendimentos colocou a produção vitivinícola alentejana como uma atividade alternativa e de “futuro garantido”, já que tanto no mercado nacional como internacional foi claramente reconhecida uma apetência natural da região do Alentejo para a produção de vinhos de qualidade.

A cultura da vinha, que se caracterizava tradicionalmente como uma cultura de sequeiro, sofreu uma alteração na maneira de ser conduzida (IVV, 2016). Através da introdução de novas técnicas de implantação, e através dos conhecimentos adquiridos nas técnicas de condução, constatou-se que de facto, a rega é indispensável para o crescimento e desenvolvimento de uma vinha e para a melhoria significativa da produção de uva, já que um dos problemas que se põe na viticultura alentejana é a carência hídrica nos períodos de pré-maturação e maturação da uva (Wample, 2001; Myburgh, 2003). A utilização de rega na vinha passou então a ser considerada imprescindível para uma mais eficaz produção vitivinícola (CVRA, 2001).

A viticultura alentejana caracterizava-se pela baixa produção por hectare, por um clima quente e seco, pela ausência de precipitação no verão, uma baixa humidade relativa, anos sucessivos de seca e por fim, por uma baixa disponibilidade hídrica no solo. Estes fatores, entre outros eram causadores de uma grande dificuldade na instalação de novas vinhas, de perdas de produção de uva e perda de qualidade nas uvas, resultando numa perda económica para o produtor e numa constante dúvida sobre o investimento nesta cultura. Todos estes fatores contribuíram para que depois da década de 90, se viesse a verificar um aumento abrupto no Alentejo de uma área de aproximadamente 300 hectares para cerca de 4 mil hectares de vinha regada (CVRA, 2001).

De acordo com Braga, 2009, nos dias de hoje a viticultura exige uma mais correta e precisa gestão dos recursos a ela associados de modo a minimizar os custos de produção e a maximizar as margens brutas.

A rega na vinha deve ser vista como um complemento para evitar o *stress* hídrico excessivo na planta, não devendo ser excessiva, pois se assim for pode prejudicar as propriedades organoléticas do vinho (OIV, 2015). Assim, a utilização da rega na vinha de forma moderada permite que esta se torne uma técnica cultural favorável na produtividade, na qualidade da uva, num maior equilíbrio das características organoléticas do vinho e consequentemente na produção de um vinho de qualidade. (Koundouras *et al.*, 1999; Gurovich e Vergara, 2005, Ferreyra *et al.*, 2002 e VanLeeuwen *et al.*, 2003)

A utilização da água para rega acarreta contudo custos associados, desde o seu armazenamento à sua utilização e é por isso importante ter em conta a eficiência do uso da água devendo utilizar-se apenas as quantidades de água necessárias para atingir os objetivos do agricultor e de uma exploração agrícola (Cunha, 2008)

1.1-Objetivos

Este trabalho foi dedicado à análise e comparação de duas estratégias de rega deficitária. Para isto foi elaborado um plano de instalação de duas sondas capacitivas de água no solo para testar a condução da habitual da rega. A rega era realizada pela prática tradicional e tinha como principal problema o facto de a água disponível estar limitada pelo armazenamento em barragem própria. O objetivo deste trabalho foi essencialmente demonstrar o benefício da agricultura de precisão nesta exploração agrícola mais concretamente de sondas capacitivas de água no solo de forma quantificada através da comparação de dois tratamentos em condições semelhantes na casta Alicante Bouschet. Este trabalho teve como principais termos de comparação as diferenças na produtividade, na qualidade das uvas e no uso eficiente da água já que esta é um fator limitante na vinha em questão, ano após ano.

2 - Revisão Bibliográfica

2.1 - A cultura da vinha

2.1.1 - Em Portugal

De acordo com o Instituto do vinho e da vinha (IVV, 2016), a vinha e o vinho, representam para os portugueses, tal como para outros países mediterrânicos uma importante referência cultural e económica ao longo dos anos passados, pela sua importância na maioria destas sociedades.

Em Portugal, mais concretamente em Lisboa, no século XVI, segundo Viana, 2016, localizava-se o maior centro de consumo e distribuição de vinho muito influenciado pela época dos descobrimentos, em que os vinhos eram transportados nas longas viagens para outros continentes, promovendo assim o seu envelhecimento e melhoria de qualidade. Mais tarde, nos séculos XVII e XVIII, verificou-se um incremento das trocas de mercadorias entre continentes, estabelecendo-se assim importantes negócios relativos à qualidade dos vinhos portugueses causando um aumento à escala mundial das exportações e consequente consumo dos nossos vinhos.

Já no século XIX, a praga da filoxera veio a revelar-se um grande travão na expansão dos vinhos portugueses e no desenvolvimento da maior parte das regiões vitivinícolas portuguesas (Viana, 2016)

Ainda segundo a autora, apesar deste percalço, foi já no século XX que se deu início a um importante processo de regulamentação das regiões vitivinícolas e dos vinhos portugueses, separando-os em diversas categorias (denominações) bastante importantes para uma correta regulamentação, tendo mais tarde muitas destas denominações vindo a ser mundialmente reconhecidas enquanto outras se vieram a extinguir.

Segundo a OIV, 2015, a vitivinicultura portuguesa é considerada por muitos como tendo uma característica que a difere de muitos outros países: a sua diversidade, que pode ser justificada com base no clima, solos, e diferentes variedades de videira presentes em Portugal, sendo que todos estes fatores contribuem para uma série de diferentes combinações de clima-solo-variedade essenciais para produzir vinhos com diferentes características organoléticas.

Para a produção deste grande número de diferentes vinhos é importante não esquecer o contributo do avanço tecnológico que se tem vindo a verificar ao longo destes últimos anos que tem permitido favorecer a “arte de fazer vinho” (OIV, 2015).

Portugal tem-se tornado nos últimos anos uma referência mundial neste setor e nos dias de hoje não só se conhece apenas o tão falado vinho do porto, como também uma enorme variedade de vinhos provenientes de outras regiões nacionais, apresentando muitos destes, elevado prestígio e qualidade a nível mundial (Viana, 2016).

A acrescer à qualidade comprovada dos vinhos portugueses, o nosso país é, sem margem para dúvidas, dos que mais aposta na cultura da vinha, sendo o país com maior percentagem de área de vinha em relação à sua área, sendo também o terceiro maior consumidor *per capita* mundial (Karlsson, 2013).

Contudo, a vitivinicultura portuguesa não apresenta apenas pontos positivos. A baixa produtividade das vinhas portuguesas é um importante fator a não esquecer tal como nos restantes países europeus. O continente europeu é aquele onde se verificam as mais baixas produtividades por hectare, não conseguindo alcançar metade das produtividades. Portugal encontra-se então na décima primeira posição relativamente à produção anual, produzindo anualmente em média 5 toneladas por hectare (OIV, 2015)

As baixas produtividades nacionais são contudo influenciadas pelas baixas produtividades de certas regiões do país verificando-se grandes diferenças nas áreas e produções das diversas regiões do país como se pode verificar no quadro 1.

Quadro 1 - Área de vinha (ha) e produção total de vinho (hl) por região vitivinícola no ano 2014.

Região Vitivinícola 2014	Área (ha)	%	Produção (hl)	%
Minho	27.432	12,5%	691.842	11%
Trás-os-Montes	23.303	10,7%	106.076	2%
Douro e Porto	43.611	20%	1.404.059	23%
Beiras	52.670	24,1%	734.498	12%
Tejo	15.653	7,2%	577.231	9%
Lisboa	22.425	10,3%	893.637	14%
Península de Setúbal	8.622	3,9%	501.079	8%
Alentejo	23.188	10,6%	1.221.867	20%
Algarve	1.773	0,8%	10.679	0,2%
Total	218.677	100%	6.194.774	100%

Adaptado de IVV, 2015.

2.1.2 - No mundo

Relativamente à economia mundial, a vitivinicultura, tem também um importante papel e segundo estatísticas da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV), em 2015, e Karlsson, 2013, a Espanha é o país do mundo com maior área de vinha (1,018 milhões de hectares), seguida da França (800 mil hectares), da Itália (769 mil hectares), da China (570 mil hectares), da Turquia (517 mil hectares) e dos Estados Unidos (407 mil hectares). Portugal apresenta-se mais abaixo nesta lista, com 220 mil hectares de vinha, estando em sétimo lugar referente aos países com maior área de vinha do mundo. Ainda segundo Karlsson, 2013, é importante referir as diferenças existentes entre a área ocupada pela cultura da vinha nos países europeus relativamente ao resto do globo. No continente europeu a área ocupada pela cultura da vinha é de 2,8 milhões de hectares, contra 1,7 milhões de hectares ocupados no continente asiático e 1,2 milhões de hectares ocupados nos continentes americanos.

Como foi mencionado anteriormente, Portugal é líder mundial em percentagem de área de vinha, em relação à área total do país. De todo o território nacional português, 2,59% está ocupado com vinha, percentagem esta que apenas se aproxima da percentagem de vinha total dos italianos, com 2,55%. A Espanha e a França têm apenas 2,01% e 1,45% respetivamente. Relativamente aos continentes americanos pode destacar-se pela negativa a Argentina, que apresenta uma área de vinha de apenas 0,08% da sua área total.

Relativamente à produção mundial de vinho os países que mais produzem são a Itália, a Espanha e a França, que em 2014 produziram 19%, 18%, e 14% da produção mundial, respetivamente como se pode observar no quadro 2, sendo então os líderes da produção mundial de vinho, todos europeus, com a exceção dos EUA que aparecem em quarto lugar com 8% da produção mundial.

Segundo a OIV, 2015, relativamente aos maiores consumidores mundiais de vinho, em primeiro lugar aparecem a França e os EUA, seguidos da Itália. Portugal situa-se no décimo primeiro lugar, apesar do seu muito menor número de habitantes, pois, *per-capita* Portugal é o terceiro maior consumidor mundial de vinho (42,5 litros por pessoa por ano), seguido do Reino Unido com cerca de 20 litros por pessoa por ano, dos EUA, com 9,2 litros por pessoa por ano e da Rússia, com 7,3 litros por pessoa por ano.

Quadro 2- Produção de vinho no mundo.

Itália	19%
Espanha	18%
França	14%
EUA	8%
Argentina	5%
Chile	4%
Austrália	4%
China	4%
África do Sul	4%
Alemanha	3%
Portugal	2%
Outros	13%
Total Mundial	100%

Adaptado de IVV, 2015.

2.2 - Rega na vinha - Estratégias de Rega deficitária

A videira, ao longo de todo o seu ciclo vegetativo necessita de disponibilidade hídrica mas existem contudo momentos chave (Fig.1) de necessidade adequada para se atingirem os objetivos de produção (Matthews *et al.*, 1990; Handley, 2001; Acevedo *et al.*, 2005; Girona, 2005).

A videira é uma planta que necessita de água quando inicia o seu crescimento vegetativo, isto é, entre o abrolhamento e a floração, sendo estas as fases em que o uso de água pela planta é menor (Lopes, 2008). Nestas fases geralmente, as reservas de água armazenadas no solo são suficientes para o normal desenvolvimento das plantas sem que estas entrem em *stress* hídrico (Wample, 2001). Contudo, o excesso de água nem sempre é vantajoso pois pode conduzir a um crescimento vegetativo contínuo provocando um atraso na floração e consequentemente atrasando todas as restantes fases do ciclo (Hidalgo, 2002) e impedindo que os hidratos de carbono produzidos na fotossíntese sejam utilizados no período entre a floração e o vingamento essencialmente para a produção e vingamento dos bagos (Magalhães, 2008). Este período é um período muito importante pois tem um impacto direto na quantidade de uvas obtida no final da campanha, e um *stress* hídrico severo neste período pode atrasar o desenvolvimento da flor e um vingamento deficiente (Kliwer *et al.*, 1983; Matthews e Anderson, 1988; Morlat *et al.*, 1992; Riou, 1994). Neste período, e segundo Carbonneau e Casteran (1979), Bravdo *et al.* (1985) e Myburgh (2003), deve alcançar-se um nível de carência hídrica moderada, para que seja possível um atraso no crescimento vegetativo, favorecendo-se os fenómenos reprodutivos e consequentemente a produtividade final. O período seguinte trata-se de um período de crescimento vegetativo e crescimento dos bagos desde o vingamento até ao pintor. É nesta altura que de acordo com muitos autores se devem implementar períodos de *stress* hídrico nas plantas, já que se trata de um período de maior exigência hídrica (Hidalgo, 2002; Magalhães, 2008) com vista aumentar o seu potencial enológico. O *stress* hídrico moderado neste período, mais concretamente antes do pintor reduz o tamanho do bago e atrasa o crescimento vegetativo, aumentando a radiação incidente nos cachos e a razão película-polpa dos bagos (Ferreyra *et al.*, 2002). Neste período um fornecimento excessivo de água pode, conduzir a um elevado crescimento dos bagos produzindo uvas com mostos pouco concentrados e consequentemente diminuir a qualidade da uva (Lopes, 2008). O *stress* aplicado às videiras neste período, não deve contudo ser excessivo pois pode levar a uma importante diminuição

no tamanho dos bagos, a um atraso na maturação e à desidratação dos cachos (Wample, 2001; Myburgh, 2003).

Após o pintor começa o período da maturação, período em que se formam os compostos fenólicos que mais contribuem para a qualidade do fruto e é por isso que este período se considera o mais importante para a obtenção de um vinho de qualidade (Ferreyra *et al.*, 2002; Hidalgo, 2002;). Neste período não é aconselhável uma rega excessiva pois esta pode resultar num crescimento vegetativo continuado da videira resultando numa alocação dos foto assimilados para os órgãos vegetativos ao invés da sua alocação para os frutos podendo além disso provocar um ensombramento excessivo dos cachos e um atraso na maturação (Lopes, 1994; Ferreyra *et al.*, 2002; Koundouras *et al.*, 2006). Tal como nos períodos anteriores um *stress* hídrico severo neste período, seria desadequado pois causaria uma diminuição da taxa fotossintética através da senescência prematura e queda das folhas. Por outro lado, aumentaria também a exposição dos cachos à luz solar, podendo resultar em escaldões ou emurchecimento dos bagos resultando em mostos desequilibrados com elevado brix e uma acidez total muito baixa (Doorenbos, 1986). Deve, portanto, implementar-se um *stress* hídrico moderado nesta fase do ciclo.

Hoje em dia existem vários métodos de rega, sendo o sistema de rega gota-a-gota bastante popular, pois permite controlar a quantidade de água depositada em cada videira.

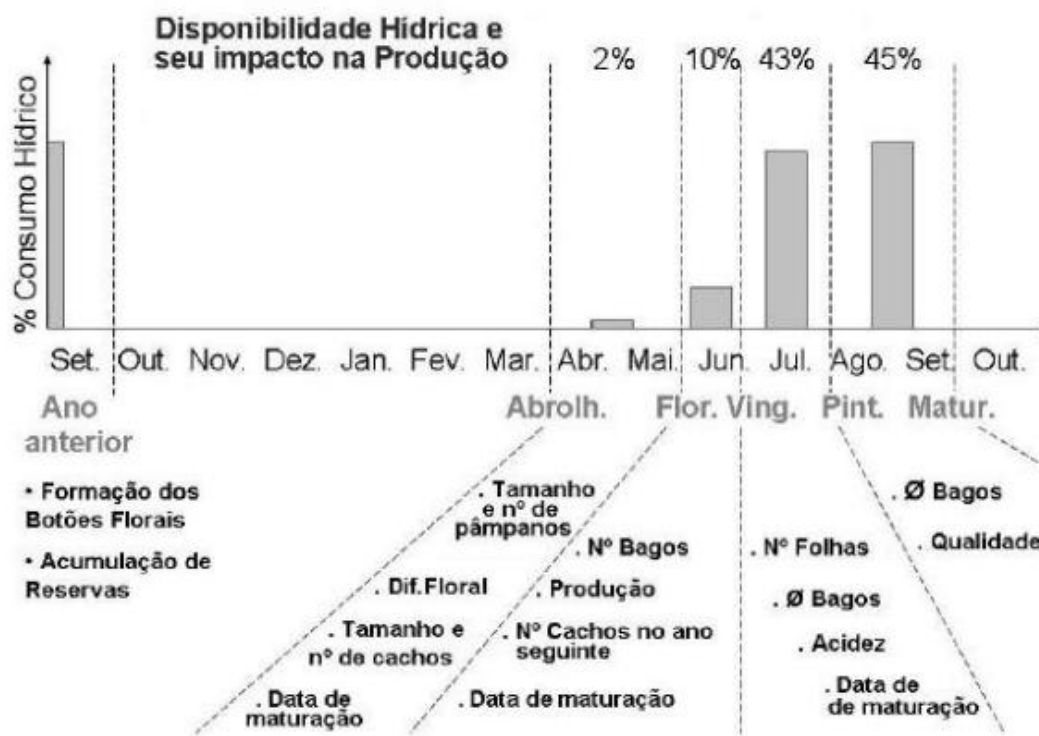


Figura 1 - Consumo de água e parâmetros afetados pela disponibilidade hídrica ao longo do ciclo vegetativo da videira, no Hemisfério Norte.

Fonte: adaptado de Fregoni, 1999.

Nos últimos anos, Chalmers, *et al.* (1981), chegaram à conclusão que a aplicação de *stress* hídrico moderado na planta, pode melhorar a repartição dos hidratos de carbono pelas diferentes estruturas da planta, incluindo os frutos, além de um melhor controlo do excesso de vigor vegetativo. O princípio da rega deficitária baseia-se no fornecimento de menor quantidade de água do que o total hídrico requerido pela planta com o objetivo de equilibrar as estruturas vegetativas e reprodutivas de modo a otimizar o rendimento e a qualidade da uva (Prichard, 2004).

Um planeamento apropriado da rega numa vinha é um parâmetro muito importante para a aplicação de uma quantidade ótima de água que vise maximizar a produtividade, sem que haja diminuição da qualidade. Na produção de uvas para vinho a realização de uma rega deficitária tem efeitos positivos na qualidade dos frutos, tendo sido desenvolvidas diferentes estratégias de rega deficitária que visam contrariar as quebras de produção e qualidade da uva resultantes do decréscimo do teor de água disponível no solo e do aumento das temperaturas que se tem vindo a verificar. A Rega deficitária na vinha tem então como principais objetivos o aumento do uso

eficiente da água, a redução do crescimento vegetativo, a melhoria do microclima na zona de frutificação e a manipulação do rendimento e composição das uvas (Baptista *et al*, 2011).

Segundo Dry *et al.*, (2000) e Oliveira (2013), a rega excessiva na vinha pode ser prejudicial para esta já que o vigor excessivo das videiras pode causar o decréscimo da qualidade dos frutos, diminuindo o seu teor em açúcares, reduzindo a intensidade da cor do mosto e dos compostos fenólicos e podendo aumentar a sua acidez. Assim, e de acordo com os autores, uma rega moderada pode, se for realizada corretamente, permitir ao viticultor encontrar o equilíbrio entre a produtividade e qualidade desejadas. Existe, segundo Oliveira, 2013 o objetivo de manter estável a fonte de rendimento dos agricultores e de incrementar a qualidade da produção, objetivos estes que do ponto de vista do uso eficiente da água e devido à sua escassez são fortemente suportados pela implementação de diferentes estratégias de rega deficitária que tenham em conta o fornecimento de uma quantidade de água inferior às necessidades reais das plantas.

A videira é uma planta com necessidades hídricas específicas, em que a gestão de um défice hídrico moderado em períodos chave do ciclo vegetativo surge como a melhor solução para obter qualidade na produção (Koundouras *et al.*, 1999; Gurovich e Vergara, 2005, Ferreyra *et al.*, 2002 e VanLeeuwen *et al.*, 2003).

Pode concluir-se que a rega se trata de uma ferramenta muito útil de controlo e gestão da vinha para alcançar os objetivos a que uma exploração se propõe, utilizando a água de forma eficiente. Como tal foram desenvolvidas ao longo dos anos diferentes estratégia de rega.

2.2.1 - Rega deficitária convencional (SDI- Sustained deficit irrigation)

Esta estratégia de rega deficitária tem como principal fundamento a aplicação de uma fração da evapotranspiração cultural (ETc) mais ou menos constante desde o início da rega até à vindima, isto é, fornecer uma quantidade de água sempre inferior às necessidades hídricas da planta ao longo do seu ciclo (Dry *et al.*, 2001).

Ensaio anteriormente realizados com a casta Syrah e Cabernet Sauvignon permitiram concluir que os vinhos obtidos a partir da modalidade que forneceu menos volume de água, revelaram melhores resultados nos parâmetros de coloração dos vinhos, tais como a densidade da cor, antocianinas totais e densidade de pigmentos (Chalmers *et al.*, 2010).

2.2.2- Rega deficitária controlada (RDI- Regulated deficit irrigation)

A Rega deficitária controlada consiste na aplicação de um *stress* hídrico de curta duração, desde o vingamento até ao pintor, para controlo do tamanho do bago e do crescimento vegetativo. A intensidade do *stress* deve contudo ser diferenciada em função dos objetivos pretendidos (Prichard, 2003; Dry, 2005). Ocasionalmente poder-se-á aplicar um efeito semelhante após o pintor, de modo a favorecer a acumulação de antocianinas (Dry e Loveys, 1998; Dry e Loveys, 1999; Dry *et al.*, 2001) Este tipo de estratégia, é utilizado sobretudo para a produção de vinhos tintos de qualidade já que visa promover a melhoria da qualidade da uva, reduzindo para isso o crescimento da vegetação e dos bagos. Segundo Prichard (1992); Battilani (2000), McCarthy (2000) Wample (2000) e Lopes *et al.*, (2001), através do fornecimento hídrico em quantidades inferiores às necessárias para o consumo máximo da planta em certos períodos do ciclo vegetativo, é possível reduzir então o crescimento vegetativo possibilitando a indução de *stress* moderado controlado.

A rega deficitária controlada por ser gerida por diferentes estratégias como foi mencionada anteriormente. Uma das estratégias mais utilizadas para a produção de vinhos tintos de qualidade consiste na aplicação de um défice hídrico importante na fase inicial do crescimento do bago, de forma a reduzir a multiplicação celular para obter bagos mais pequenos e assim melhorar a relação película/polpa. Esta estratégia difere de uma outra que consiste na aplicação de um período de *stress* hídrico após o pintor com vista ao aumento do teor em antocianinas na película das uvas, contudo se esta estratégia de rega não for bem conduzida pode significar grandes perdas de rendimento quer porque se reduziu em demasia o tamanho do bago quer porque o escaldão na planta possa ter sido demasiado (Lopes, 2008).

2.2.3 - Rega alternada de uma parte das raízes (PRD- Partial rootzone drying)

No caso da rega alternada de uma parte das raízes a água é aplicada alternadamente a metade do sistema radicular, já que o sistema de rega gota-a-gota envolve duas linhas de gotejadores que permitem que isto aconteça, sendo a rega normalmente alternada entre 7 a 15 dias (dependendo das características dos solo e das condições climáticas (Dry *et al.*, 2001)), originando zonas secas e húmidas no perfil de solo. Isto permite que a metade exposta à desidratação seja responsável por gerar uma comunicação de natureza química, ou seja, uma estimulação das respostas

associadas ao *stress* hídrico (nomeadamente produção de ácido abscísico (ABA), que é responsável pelo fecho dos estomas, redução da condutância estomática e consequentemente pela redução do crescimento vegetativo) e que a parte regada garanta as condições hídricas necessárias ao funcionamento dos sistemas bioquímicos da videira (Dry e Loveys 1998, 1999; Dry *et al.*, 2000, 2001; Du Toit *et al.*, 2003; Soar *et al.*, 2006; Stoll *et al.*, 2000).

Como se trata de um efeito transitório e de modo a não dessecar um lado das raízes, há necessidade de alternar entre os dois lados das raízes (molhado/seco) de modo a maximizar as respostas bioquímicas, garantindo um contínuo de sinal gerado, assim como manter as raízes em bom estado físico (Dry *et al.*, 2001; Loveys 1984) e mantendo a videira a funcionar de maneira a permitir limitar o crescimento vegetativo, mantendo o rendimento com ganhos de qualidade e aumentando a eficiência do uso da água (Stoll *et al.*, 2000).

Portanto, combina-se assim uma estratégia que consegue separadamente garantir respostas bioquímicas e físicas, ao gerar um défice hídrico no solo (ao contrário da RDI que gera um deficit hídrico na planta). Contudo a PRD tem o inconveniente de ser mais cara e mais exigente tecnicamente do que a RDI, já que exige uma boa monitorização do teor em água no solo para uma correta definição da alternância (definida pelo limiar de alternância que corresponde ao valor de *stress* tolerado).

2.3 - Sondas Capacitivas

De acordo com a Aquagri para uma correta gestão de qualquer cultura é necessário conhecer o que se quer gerir, e para tal, é necessária informação acerca dos diferentes aspetos relacionados com a cultura em questão. Deve então refletir-se sobre o que medir, como medir e quando medir, para obter a informação necessária para definir uma estratégia em função de um objetivo final.

Quando se deseja definir uma estratégia de rega é necessário conhecer alguns parâmetros, tais como, a cultura com que se trabalha, o tipo de solo em questão e a produtividade e qualidade a atingir, para que a estratégia seja eficaz,

Existem diversos fatores que afetam o uso de água pela planta, entre os quais se podem destacar, o tamanho das folhas, a temperatura do ar, a humidade relativa do ar, a radiação, a exposição solar, a velocidade do vento, a salinidade do solo, a qualidade da água e por fim, o teor de água no solo. O teor de água no solo é, entre todos os outros, o fator no qual se pode intervir frequentemente com a ajuda da tecnologia adequada.

Para se intervir e da maneira mais adequada, que considere a maior parte dos fatores acima mencionados existem inúmeros dispositivos diferentes (sondas capacitivas) de água no solo por onde escolher para alcançar os resultados pretendidos.

2.3.1 - Definição

De acordo com Cunha, 2008, o método de funcionamento das sondas capacitivas, baseia-se na medição da capacitância do solo e na deteção de pequenas variações da quantidade de água que se encontra livre no solo. Estas pequenas variações traduzem-se então em efeitos possíveis de detetar nas propriedades do meio solo-água.

As sondas capacitivas possuem várias unidades de sensores que conseguem medir a água no solo expressando-a em percentagem de humidade do solo sendo que o número destas unidades e a posição destes nas sondas varia consoante o tipo de sonda em questão, a profundidade a que se pretende medir, a cultura em questão e o tipo de solo em que se trabalha (Cunha, 2008).

Deve também ter-se em conta, na escolha da sonda um aspeto muito importante: a localização do maior número de raízes, estabelecendo-se um limite superior (onde se localiza a maioria das raízes) e um limite inferior (onde não se pretende que a água chegue), isto é, deve escolher-se uma sonda em que o primeiro sensor seja superficial e em que o sensor mais profundo esteja localizado onde já não se verifique a existência de raízes (Cunha, 2008).

Existem hoje no mercado diversas marcas de sondas capacitivas (Imko, Decagon, delta-t, Sentek, entre outras) que fabricam sondas com sensores baseados na leitura do constante dielétrico da água, que é muito superior ao do solo.

Este método geralmente chamado de TDR - Time Domain Reflectometry, utiliza a capacitância para medir a permeabilidade dielétrica do solo. A permeabilidade do solo é medida através de um circuito oscilador (capacitador + oscilador) ligado a duas peças metálicas. Entre as duas peças metálicas, cria-se um campo magnético. Campo este que através da formação de um circuito vai detetar alterações na frequência do seu funcionamento (Shahidian, 2013). O teor de água no solo pode então ser diretamente relacionado com alterações na capacitância do solo devido às alterações resultantes da permeabilidade dielétrica da água e como esta é muito superior à dos outros constituintes do solo, os sensores irão então detetar estas alterações (Shahidian, 2013). Depois de instalado o sistema de monitorização e comunicação da sonda pode então definir-se quando e como regar. A posição de cada sensor nas sondas indica onde se encontra a água no solo, qual a zona de influência das raízes das plantas e como é feito o consumo da água pelas mesmas. A informação sobre estes parâmetros é-nos fornecida através de gráficos que apresentam flutuações que representam o consumo diurno das culturas através da transpiração.

Para o correto funcionamento de todo o sistema é necessário definir alguns parâmetros, tais como, “a linha de máximo de rega” (valor máximo de água que a planta deve receber de forma a satisfazer as necessidades hídricas da planta e de forma a não haver desperdício de água) e a “linha do limiar do *stress*” (valor mínimo para o qual a planta não se encontra a défice hídrico)(Cunha, 2008).

2.4 – Crescimento e desenvolvimento da videira

2.4.1 - Vigor

O vigor das videiras, por outras palavras a sua taxa de crescimento, e a melhoria da qualidade das uvas podem ser controlados principalmente através de

diferentes técnicas de rega e da manutenção do solo como por exemplo as estratégias de rega deficitária e o enrelvamento na vinha. O enrelvamento da vinha tem sido uma técnica de muito utilizada no mundo vitícola, sobretudo em regiões com precipitação no verão ou com possibilidades de rega. Apesar da elevada importância que a precipitação anual tem para o comportamento da planta (Lopes *et al*, 2007) existe uma forte necessidade em alterar a disponibilidade hídrica no solo em diferentes fases do ciclo da mesma (Pombeiro e Barroso, 2010) . O enrelvamento na vinha é uma boa ferramenta para controlo do vigor e consequente melhoria da qualidade da uva através da redução da densidade da sebe e da competição vegetação/frutificação (Lopes *et al*, 2004).

2.4.2 - Relações de frutificação/vegetação

2.4.2.1 - Área foliar e Superfície foliar exposta

Na maioria dos estudos de ecofisiologia, a medição de área foliar, além de fornecer uma indicação da superfície fotossintética, permite a obtenção de um indicador fundamental para compreensão das respostas da planta aos fatores ambientais (Lopes, *et al* 2004), podendo também ser muito útil para o desenvolvimento futuro de modelos de crescimento e produção da videira (Francisco *et al*, 2004) . Este é o indicador mais utilizado em viticultura para calcular o balanço *source/sink* através do cálculo da área foliar/produção que representa a quantidade de área foliar necessária para a produção de um quilograma de uva (Smart e Robinson, 1991).

Segundo Champagnol (1984) *cit in* Grave (2013), uma boa condução da videira é essencial para conseguir um equilíbrio entre o desenvolvimento reprodutivo e o crescimento vegetativo através do qual é possível maximizar a qualidade das uvas.

Como tal, Champagnol defende em 1989, que existem três condições imprescindíveis para a obtenção de uvas com máxima qualidade, sendo elas, o estabelecimento de um equilíbrio hormonal na planta que favoreça o amadurecimento dos frutos relativamente ao crescimento vegetativo, a existência de área foliar suficiente para uma adequada produção e fornecimento de açúcares aos bagos e por fim, a obtenção de um microclima com adequada exposição e arejamento dos cachos (Champagnol, 1989). A área foliar desempenha um importante papel na produtividade e na composição das uvas da videira, na medida em que a arquitetura do coberto tem extrema importância nos efeitos da interceção da radiação solar pela folhagem (Shaulis *et al*. 1966), estando esta diretamente relacionada com a produtividade da

videira, com o desenvolvimento vegetativo e com o consumo de água (Baeza *et al*, 2010 citado por Lopes, 2012).

O microclima luminoso de um coberto pode ser descrito pela quantidade de energia radiante interceptada pela folhagem e pela forma como essa energia se distribui entre as folhas da videira (Lopes, 2012). Um microclima com um adequado grau de exposição dos cachos é uma ferramenta muito importante na diferenciação da qualidade dos frutos, já que cachos bem expostos, quando comparados com cachos à sombra podem apresentar valores mais elevados de compostos fenólicos (Gaudillere *et al.*, 2001; Serrano *et al.*, 2001; Andrade, 2003; Poni *et al.*, 2006; Raynel e Serrano, 2007; Guidoni *et al.*, 2008), mas valores mais baixos de acidez (Baeza *et.*, 1993; Haselgrove *et al.*, 2000; Bergqvist *et al.*,2001). Contudo é necessário intervir cuidadosamente para não aumentar em demasia o grau de exposição dos cachos pois em regiões do país com condições climáticas extremas, exposições muito fortes podem causar escaldões/queimaduras nas folhas e bagos das videiras (Lopes, 2012).

A superfície foliar exposta trata-se de um parâmetro quantitativo que nos permite estudar, quando relacionada com outros parâmetros, a estabilidade temporal da variabilidade espacial da vinha (Reynolds *et al* (1994) citado por Pinto, 2015,). A superfície foliar exposta é toda a superfície do coberto que intercepta diretamente a radiação solar. É esta o principal agente fotossintetizante em condições normais (Smart e Robinson, 1991).

É imprescindível, para compreender o contributo da superfície foliar exposta para o equilíbrio da videira, analisar a razão superfície foliar exposta/quantidade de uva (SFE/kg de uva), sendo assim atribuída muita importância à folhagem exposta à radiação solar (Murisier, 1996 *cit in* Pinto, 2015).

2.4.2.2 - Crescimento e Maturação da uva

Um bago funciona basicamente como um fábrica bioquímica independente, tendo a capacidade de além de sintetizar todos componentes essenciais à sua sobrevivência (açúcares, água, aminoácidos, minerais e micronutrientes), sintetizar também outros componentes que definem a identidade de um vinho, sendo estes os compostos fenólicos.(Kennedy, 2002). O bago, tal como o conhecemos, é composto por um pericarpo e sementes. O pericarpo é composto por todos os outros constituintes à exceção das sementes, sendo eles, o exocarpo (película) e o mesocarpo (polpa), (Deloire, 2010). Devido às variações existentes na composição

dos diferentes constituintes da uva, a composição de um vinho pode ser manipulada alterando apenas o tamanho dos bagos e regra geral bagos mais pequenos tendem a gerar vinhos com maior proporção película/polpa (Kennedy, 2002).

O crescimento do bago é descrito por Deloire (2010) como uma evolução de peso e volume composta por duas fases separadas por uma fase estacionária sendo estas duas fases o crescimento e maturação da uva.

De acordo com Kennedy (2002), é no início da fase da maturação da uva que os bagos começam a ganhar cor (pintor), sendo que durante esta fase e até à vindima a uva duplica aproximadamente o seu tamanho.

2.4.2.3 - Produtividade e Qualidade

A produtividade de uma vinha descreve-se como o resultado final da produção por planta, isto é o peso total dos cachos por videira na vindima. A produtividade de uma vinha está diretamente relacionada, entre outros aspetos, com a superfície foliar efetivamente iluminada (Afonso, 1996).

Segundo Afonso (1996), existe uma qualidade máxima possível que corresponde à produtividade ótima. O conceito de que a alta produtividade reduz a qualidade da fruta deve-se em parte ao efeito que a “sobrecarga” causa atrasando a acumulação de açúcar na fruta quando comparado com aquelas plantas com menos carga. O que o viticultor deve procurar é o patamar onde a qualidade e a quantidade dos frutos é máxima. O autor afirma ainda que para se alcançar qualidade nos frutos, o viticultor deve manipular a relação folhas/fruto, deve fornecer uma nutrição adequada, como também deve manipular a densidade da folhagem para criar um microclima adequado ao desenvolvimento e maturação dos bagos.

2.4.2.4 - Indicadores do estado hídrico

Para uma gestão sustentável da água de regadio, a monitorização de diversos parâmetros é uma ferramenta muito útil já que tem em conta as necessidades reais da cultura, a evapotranspiração e a disponibilidade de água no solo (Shahidian, 2013). Estes indicadores fornecem ao longo do ciclo informação sobre o estado hídrico da planta (Pagan Rubio, 2012) e requerem um grande número de medições para caracterizar o estado hídrico da planta (Jackson, 1982). Outro importante indicador do estado hídrico é o potencial hídrico foliar que se trata de um parâmetro frequentemente utilizado para caracterizar o estado hídrico da planta (Klepper, 1968;

Goode e Higgs, 1973). O valor do potencial hídrico foliar depende de fatores intrínsecos e extrínsecos da planta, o que causa variações no seu valor dependendo por exemplo da altura do dia em que é medido (Elfvig *et al.*, 1972; García-Orellana, *et al.*, 2007), da fase do ciclo em que são realizadas as medições, da idade da planta (Knipling, 1967) e da sua orientação e posicionamento na sebe (Sánchez-Blanco, 1994).

2.4.2.4.1- Potencial hídrico foliar de base

A tensão de água na planta pode medir-se através da câmara de pressão de scholander (Fig. 2). É um método muito utilizado, essencialmente nas vinhas que nos permite medir o estado hídrico em que se encontra a planta, ajudando o produtor na gestão da rega em questão. Com a ajuda da câmara de pressão é possível medir o potencial hídrico foliar (Shahidian, 2013). A medição do potencial hídrico foliar é muito vantajosa em relação a outros métodos já que a câmara de pressão é um equipamento relativamente fácil e rápido de utilizar, tornando-se assim uma alternativa atrativa para a medição da resposta da vinha à rega (Lopes, 2008). Segundo, Deloire *et al.*, 2004; Medrano *et al.*, 2003; van Leeuwen *et al.*, 2001 e Yuste *et al.*, 1999, a medição do potencial hídrico foliar de base, quando os estomas se encontram fechados, mostrou-se significativamente correlacionada com o teor de água no solo em diversas condições. A utilização da câmara de pressão consiste na medição do potencial hídrico de uma folha saudável cortando-a pelo pecíolo (causando que a água seja retirada do xilema por osmose originada a seca do pecíolo) e colocando-a dentro da câmara de pressão bem isolada do exterior. A folha é então sujeita a uma pressão crescente na câmara exercida por azoto, até que a água que havia sido retirada do xilema após o corte volta ao seu estado antes do corte. Estado este que é detetado quando, com o auxílio de uma lupa se pode observar o aparecimento de água (seiva) no xilema. As medições devem ser realizadas antes do amanhecer, quando a taxa de transpiração é mínima para que não haja transpiração e se verifique uma pressão de equilíbrio (Shahidian, 2013). O potencial hídrico foliar pode ser medido a qualquer hora do dia mas as alturas em que as medições são mais importantes são imediatamente antes do nascer do sol, que nos indica o potencial hídrico foliar de base (ψ_f de base) e ao meio-dia solar, que nos indica o potencial hídrico foliar mínimo (ψ_f mínimo) (Lopes, 2008). O potencial hídrico foliar de base deve ser medido antes do nascer do sol (antes da abertura estomática) pois descreve o equilíbrio de potencial entre a planta e o solo (Katerji e Hallaire, 1984 *cit in* Bergonci *et al* 2000). Os resultados destas medições descrevem tanto as condições hídricas do solo como da raiz e servem “para

descrever o papel do estado hídrico da raiz e sua condutância hidráulica em controlar o nível de perda de água pelas folhas” (Reich e Hinckley, 1989).



Figura 2- Câmara de pressão de Scholander.

Fonte: PMS Instrument Company

Segundo Ojeda, *et al* (2001), o nível de *stress* hídrico atingido pela planta pode ser quantificado através dos valores do potencial hídrico de base. O autor classifica então o *stress* hídrico em diferentes classes dependendo contudo da casta em questão e das condições climáticas em que se insere (Fig.3), sendo elas:

- Conforto hídrico: 0 a -0.2 MPa
- *Stress* ligeiro: -0.2 a -0.4 MPa
- *Stress* moderado: -0.4 a -0.6 MPa
- *Stress* severo: <-0.6 MPa

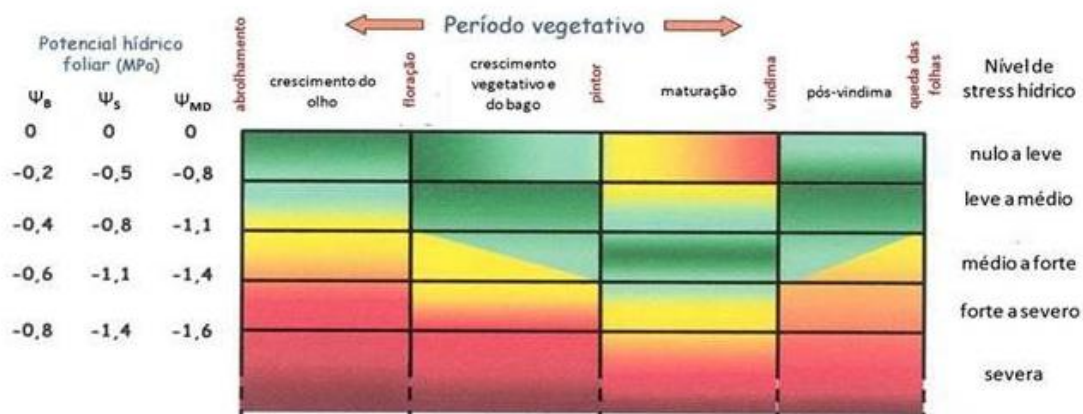


Figura 3- Classificação do estado hídrico da planta nas diferentes fases do ciclo vegetativo.

Fonte: Ojeda, (2007)

2.4.2.4.2 - Condutância estomática

Para monitorização do estado hídrico da videira, é muito importante determinar a condutância estomática das folhas já que a fotossíntese possui uma elevada correlação com a condutância estomática (Wong, 1979), sendo um indicador que representa bem os vários sinais associados à resposta da planta ao défice hídrico (Flexas *et al.*, 2004). A abertura e fecho dos estomas estão relacionados principalmente com a intensidade de luz e o estado hídrico das folhas. De maneira geral, o funcionamento dos estomas tem uma importante influência na produtividade da planta, já que o seu funcionamento traduz a assimilação de dióxido de carbono pela planta (Costa e Marengo, 2007). Quando a videira se encontra em défice hídrico uma das primeiras reações da planta é a redução da condutância estomática, ou seja, o fecho dos estomas (Cifre *et al.*, 2005), associada a uma otimização da eficiência do uso da água, devido à redução da assimilação de dióxido de carbono (Bota *et al.*, 2001; Cifre *et al.*, 2005) já que quando a condutância estomática é mínima também a taxa de fotossíntese e o crescimento se reduzem significativamente (Smart e Robinson, 1992). Assim sendo, a determinação da condutância estomática da videira é um bom indicador da regulação da assimilação de dióxido de carbono pela planta (Filipe e Palma, 2014).

Para determinar a condutância estomática um dos aparelhos utilizados é um porómetro foliar (Fig.4). O porómetro foliar é um aparelho que é utilizado para medir a condutância estomática das folhas medindo o fluxo de vapor real da folha através dos estomas para o ambiente externo. O porómetro efetua medições colocando a condutância de uma folha em série com duas condutâncias conhecidas e comparando

os valores de humidade medidos entre estas. A informação é fornecida em $\text{mmol/m}^2 \text{ s}$ (milimoles por metro quadrado segundo), em $\text{m}^2 \text{ s/mol}$ (metro quadrado segundo por mole) e s/m (segundos por metro).



Figura 4- Porómetro foliar SC-1 da Decagon devices.

Fonte: Wine Business, Vineyard equipment

3 – Material e Métodos

3.1 – Caracterização do ensaio

Este trabalho baseou-se na comparação de duas estratégias de rega deficitária. Em ambos os tratamentos foi instalada uma sonda capacitiva de água no solo em parceria com a Aquagri e foi-lhes atribuído o nome de “estratégia 1” e “estratégia 2”. Na “estratégia 1” foi instalada uma das sondas, apenas com o objetivo de monitorizar as regas efetuadas, ou seja, auscultar a prática tradicional, não tendo influência na decisão de “regar”, sendo esta gerida como nos anos anteriores. Já na “estratégia 2” a decisão de regar esteve sempre dependente da informação fornecida pela sonda. Cada ensaio é composto por uma estação de sete videiras distanciadas entre si por 110 centímetros numeradas de 1 a 7 no sentido Sudoeste-Nordeste, nas quais a sonda foi instalada entre as videiras 4 e 5 de cada estação, estando o gotejador entre a sonda e a videira número 4 (Fig.5).



Figura 5-Localização da sonda em relação ao gotejador e à videira.

Fonte: Autor

3.1.1 - Localização e caracterização da parcela

Os ensaios foram efetuados na vinha velha da herdade da Comenda Grande, no concelho de Arraiolos, freguesia da Igreja Nova (Ponto X- 38°45'21.31"N, 7°52'13.97"W) (Fig. 6).

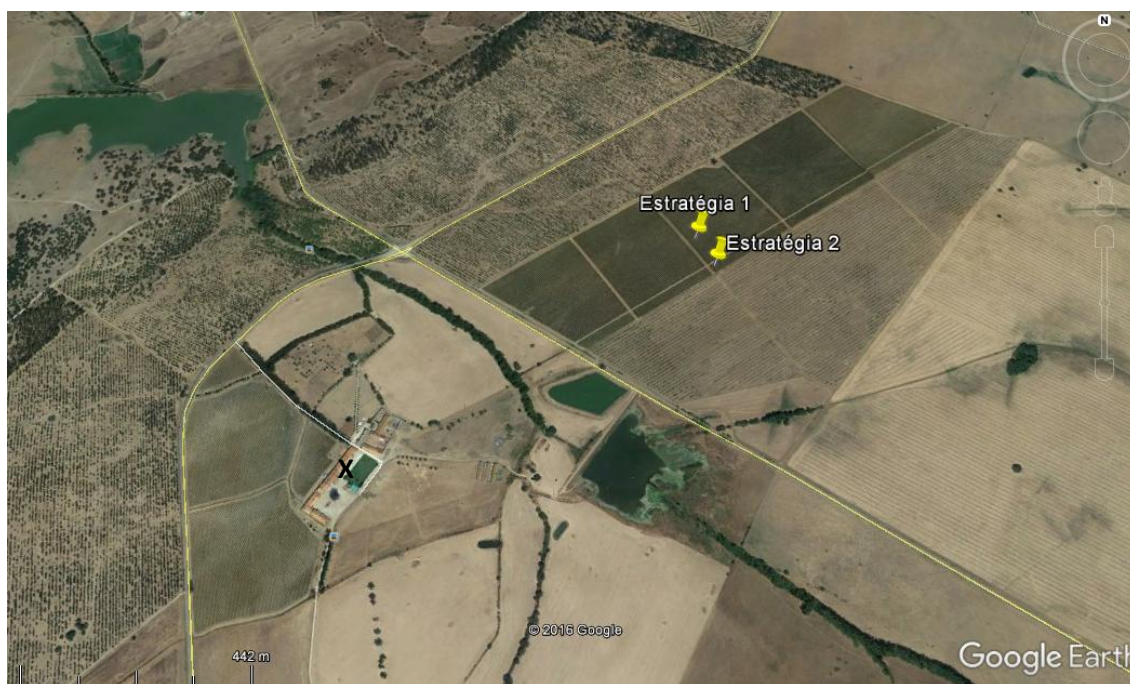


Figura 6 – Localização do Monte da Comenda Grande e da vinha velha (imagem de satélite).

Fonte: Google Earth

A vinha velha da herdade comenda grande apresenta uma área de 30 hectares, distribuída por seis setores de rega diferentes e constituída pelas seguintes castas: Trincadeira, Aragonez, Alicante Bouschet, Syrah, Cabernet Sauvignon, Alfrocheiro e Tinta Caiada nas tintas e Arinto, Antão vaz e Verdelho nas brancas. Já a vinha nova, apresenta uma área de 13 hectares e é constituída pelas castas, Alicante Bouschet, Aragonez, Baga e Touriga Nacional (tintas) e Roupeiro e Sauvignon Blanc (brancas). Neste trabalho foram estudados dois sectores de rega diferentes da casta Alicante Bouschet da vinha velha, por esta ser uma casta importante na produção vitivinícola da exploração agrícola em questão, tratando-se, das linhas 25 e 5 do sector 3 e do sector 6.3, respetivamente (Fig. 6).

A vinha velha que foi plantada no ano 2000, apresenta uma orientação Nordeste-Sudoeste, com uma elevação entre os 268 e os 291 metros e uma densidade de plantação de 3030 plantas por hectare, resultante de um compasso de 3,0 m x 1,1 m.

O sistema de condução é o monopiano vertical ascendente, com poda em cordão bilateral, com dois Royat pares de arames móveis para orientação da vegetação.

3.1.2 - Caracterização edafo-climática

3.1.2.1 - Caracterização climática

A herdade da comenda grande está situada no concelho de Arraiolos em pleno Alentejo, (38°45'22.07",7°52'13.48"W). Encontra-se aproximadamente 275 metros acima do nível médio das águas do mar. Caracterizada por um clima Mediterrâneo, a herdade da comenda grande apresenta uma precipitação abundante no Inverno e escassa no Verão.

3.1.2.2- Campanha 2016

Em Portugal Continental o ano de 2016 foi considerado como um ano muito seco e muito quente (IPMA, 2016).

Segundo dados da estação meteorológica presente na Universidade de Évora - Pólo da mitra, estação mais próxima da Comenda Grande (aproximadamente 30 km), a temperatura máxima diária, nesta campanha, variou entre os 10°C (no dia 27 de Fevereiro de 2016) e os 43°C (nos dias 5 e 6 de Setembro de 2016) e a temperatura mínima diária variou entre os -1,3°C (no dia 17 de Fevereiro de 2016) e os 22°C (no dia 5 de Setembro de 2016). O valor médio de temperatura máxima anual de 32,7°C e valor médio da temperatura mínima foi de 5,5°C. Relativamente à humidade relativa do ar, variou entre os 28,6% (dia 7 de Agosto de 2016) e os 96,6% (dia 23 e Dezembro de 2015). Já a precipitação desta campanha foi atípica relativamente aos outros anos. Nesta campanha foi escassa no Inverno e no Verão mas abundante na Primavera. No período de 1956-1988 os valores totais médios mensais de precipitação atingiram os 54,5 mm enquanto na campanha 2015/2016 os valores totais médios mensais atingiram os 43 mm.

O inverno 2015/2016 (dezembro, janeiro e fevereiro) em Portugal continental, foi classificado como muito quente em relação à temperatura e normal quanto à quantidade de precipitação, de acordo com o IPMA, 2016 (Fig. 7), destacando-se valores altos da temperatura do ar, em particular da temperatura máxima nos meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016, valores elevados de precipitação e vento forte em janeiro e valores muito elevados de precipitação em fevereiro.

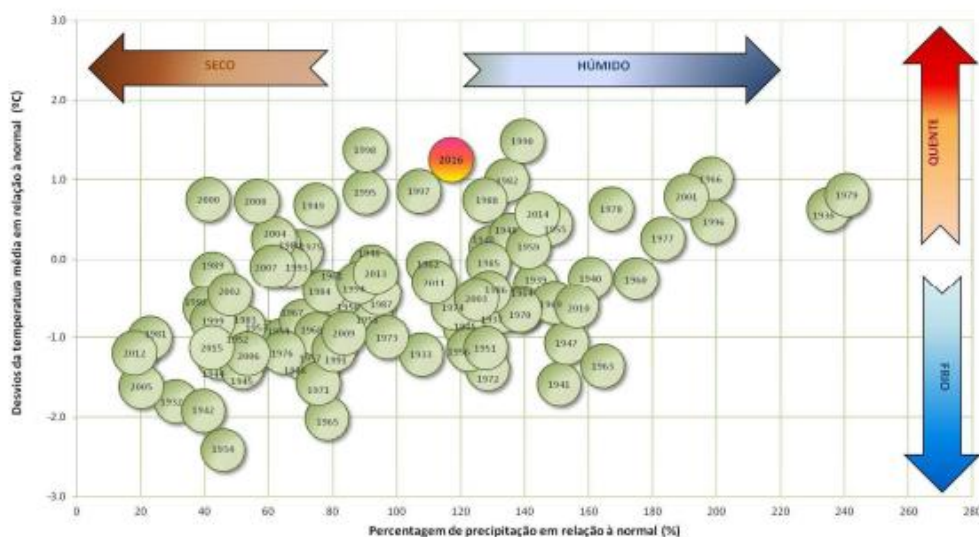


Figura 7- Temperatura e precipitação no Inverno 2015/2016.

Fonte: IPMA

Segundo o IPMA, a primavera 2016 (março, abril e maio) em Portugal continental classificou-se como fria e extremamente chuvosa (Fig. 8) destacando-se nestes meses situações de seca meteorológica na região Sul nomeadamente no Baixo Alentejo e no sotavento Algarvio as quais estavam em seca moderada, desagravando-se contudo no final de maio. Verificou-se também a ocorrência de valores muito altos de precipitação em maio.

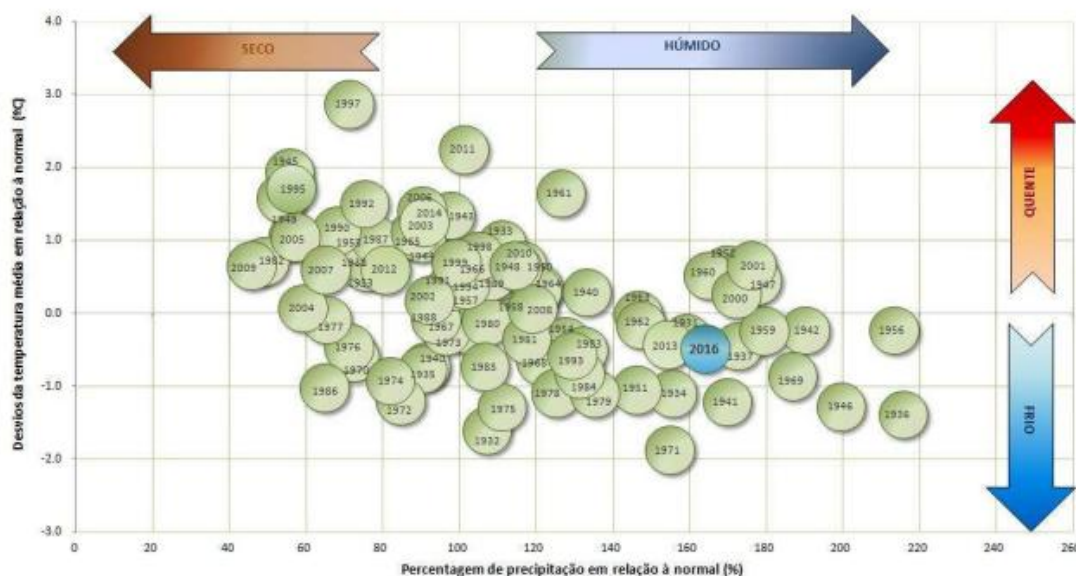


Figura 8- Temperatura e precipitação na Primavera 2016.

Fonte: IPMA

Relativamente aos meses de verão pode salientar-se que nos últimos 25 anos a temperatura média do ar tem sido quase sempre superior ao valor normal, e a precipitação mensal tem sido quase sempre inferior ao normal,

O mês de junho, em Portugal Continental, de acordo com o IPMA, 2016, foi muito seco e quente. Neste mês o valor médio da quantidade de precipitação foi inferior ao valor normal (- 20mm), o valor médio da temperatura do ar, foi superior ao valor normal (+1,16°C), tendo sido o valor médio da temperatura máxima do ar muito superior ao normal (+1,93°C) e o valor médio da temperatura mínima do ar também superior ao normal (0,36°C) (Fig. 9).

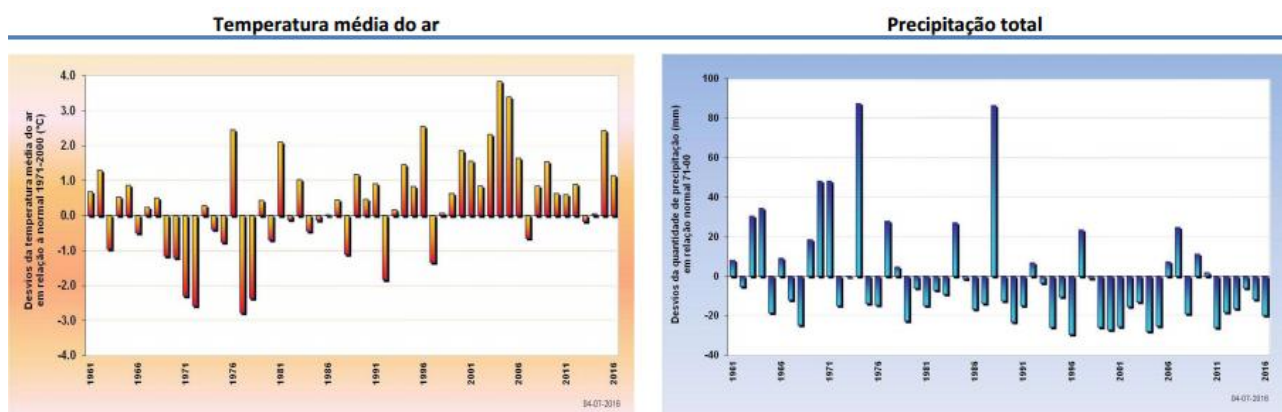


Figura 9- Boletim Climatológico mensal- Junho 2016.

Fonte: IPMA

O mês de julho de 2016, em Portugal continental, foi extremamente quente e muito seco (Fig. 10). Neste mês, o valor médio da temperatura média do ar foi de 24,33°C, a que corresponde um aumento de 2,16°C, o valor médio da temperatura máxima do ar foi de 32,19°C, valor que foi muito superior ao valor normal (+3,47°C) e o valor médio da temperatura mínima do ar foi de 16,47°C, valor que foi superior ao valor médio em 0,85°C.

Neste mês ocorreram duas ondas de calor, tendo sido a primeira no período de 14 a 19 de julho que abrangeu apenas a região do Vale do Tejo e a segunda no período de 23 a 30 de julho nas regiões do interior Norte e Centro, Vale do Tejo e Alto Alentejo.

O valor médio da quantidade de precipitação (3,1 mm), tal como no mês de Junho foi inferior ao valor normal (13,8 mm)

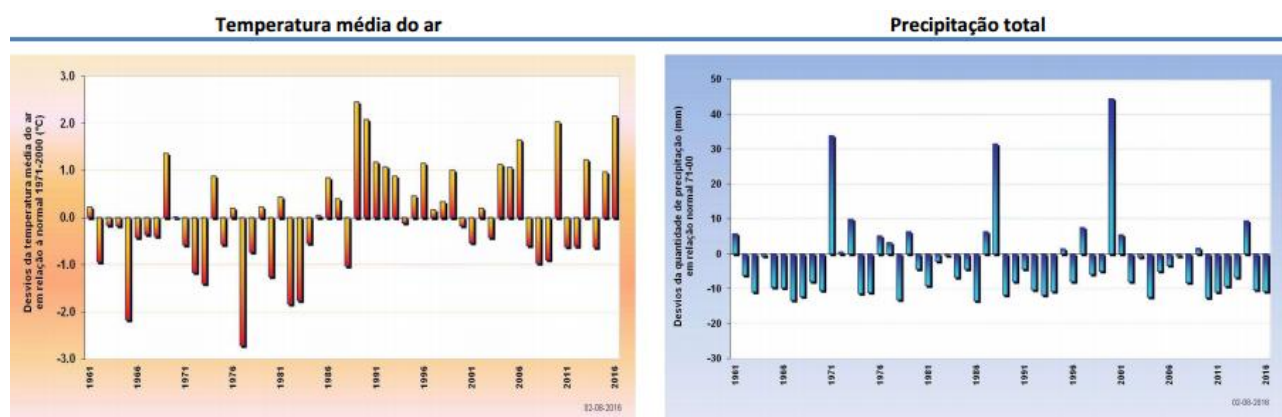


Figura 10- Boletim climatológico mensal – Julho 2016.

Fonte: IPMA

O mês de agosto de 2016, em Portugal continental, foi extremamente quente e seco, tendo sido o mês de Agosto com a temperatura máxima mais alta desde 1931, igualando agosto de 2003 (Fig. 11).

Em relação à temperatura média foi o 5º mês de agosto mais quente (24,18 °C; 2,05°C acima do valor normal) apresentando um valor de temperatura mínima ligeiramente acima do normal e um valor médio de temperatura máxima de 32,23°C (superior em 3,43 °C ao valor normal).

Ao longo do mês destacaram-se dois períodos com valores de temperatura muito superiores ao normal, dias 5 a 14 e 21 a 27 destacando os dias 6, 7 e 8 em que

foram registados valores superiores a 43°C em algumas regiões e a média do país ultrapassou os 38 °C nos dias 7 e 8.

Em relação à precipitação o mês de agosto foi muito seco na generalidade do território, o total mensal de precipitação foi apenas cerca 30% do normal.

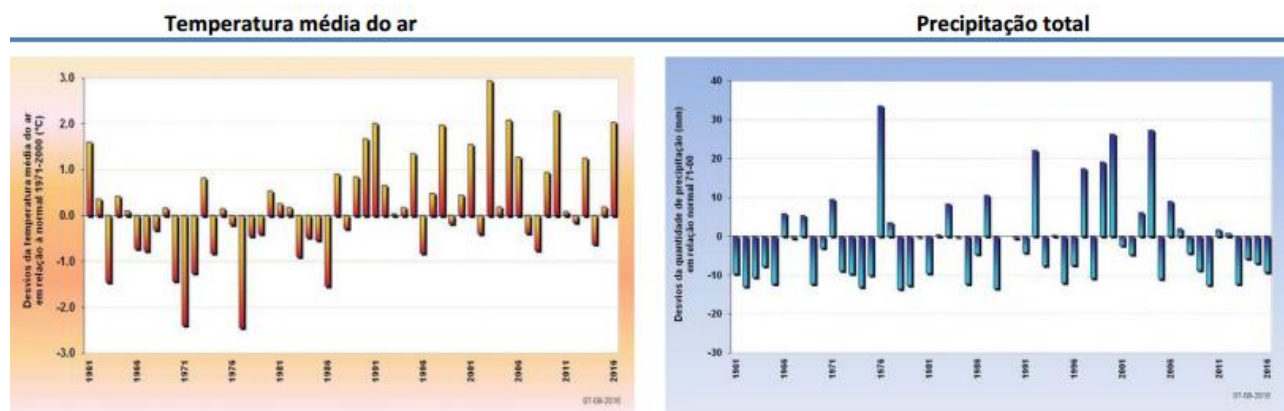


Figura 11-Boletim climatológico mensal- Agosto 2016.

Fonte: IPMA

O mês de setembro 2016, em Portugal Continental foi, como seria de esperar, muito quente e seco, tendo apresentado um valor da temperatura média do ar de 21,51 °C (+1,29 °C do que o valor normal), um valor médio da temperatura máxima do ar de 28,96 °C (valor muito superior ao valor normal, com +2,66 °C) e um valor médio da temperatura mínima do ar de 14,07 °C (aproximadamente igual ao valor normal).

De referir os dias 5 e 6 com valores de temperatura média do ar muito elevados; o dia 6 de setembro, com temperatura média de 29,2 °C, foi o mais quente do ano em Portugal continental, e a ocorrência de uma onda de calor, com início no final de agosto ou 1 de setembro, em grande parte das regiões do Norte e Centro e interior do Alentejo (Fig. 12).

Relativamente à precipitação o mês de setembro foi seco na generalidade do território tendo-se verificado um total mensal de precipitação de apenas cerca 58% do normal.

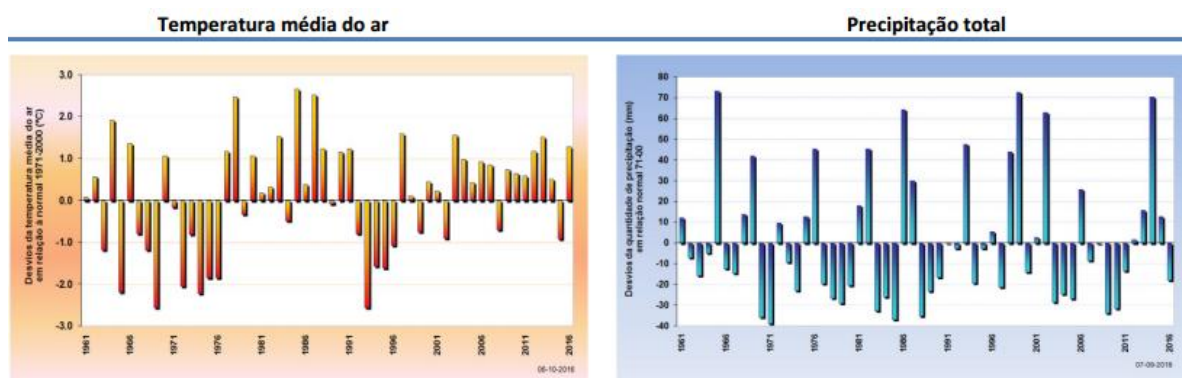


Figura 12- Boletim climatológico mensal- Setembro 2016.

Fonte: IPMA

3.1.2.3 - Caracterização edáfica

Segundo Cardoso, 1965, a vinha velha da herdade da Comenda Grande (Ponto Y- 38°45'35.46"N, 7°51'57.37"W) é composta por solos pardos mediterrânicos de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins (Pm) (Fig.13) que se caracteriza por possuir um horizonte A com espessura entre 15 a 30 cm pardo, pardo-pálido, cinzento-pardacento-claro ou pardo-acinzentado e castanho, pardo-acinzentado-escuro ou cinzento-escuro franco-argilo-arenoso, em muitos casos com alguns calhaus e pedras de rocha-mãe e/ou de pórfiros. É um horizonte com estrutura granulosa muito fina a média moderada e friável. Apresenta uma transição nítida para o horizonte B.

O horizonte B apresenta uma espessura entre 20 a 70 cm. É um horizonte pardo-acinzentado muito escuro ou castanho, passando por vezes, com a profundidade, a cinzento-escuro e oliváceo, cores da rocha-mãe. Relativamente à sua estrutura é um horizonte argiloso e às vezes franco-argiloso ou franco-argilo-arenoso, notando-se películas de argila na superfície dos agregados, cuja abundância diminui com a profundidade. Possui uma estrutura prismática grosseira forte composta de anisoforme angulosa grosseira forte. É muito aderente, muito plástico, muito ou extremamente firme, extremamente rijo e apresenta uma transição abrupta ou nítida para o horizonte C que é composto por material originário proveniente da desagregação de dioritos ou quartzodioritos ou rochas microfaneríticas ou cristalofílicas afins.

O pH vai de pouco ácido a neutro. Predominam nas sub-regiões de Redondo, Reguengos, Évora e Vidigueira (Cardoso, 1965).

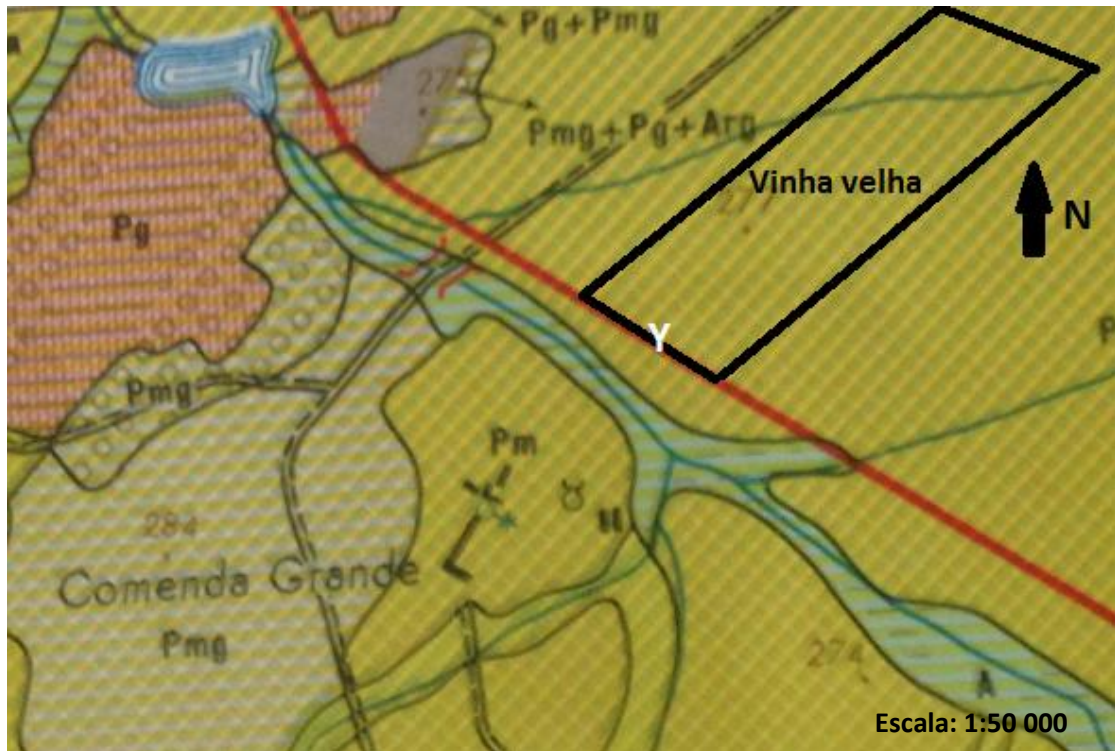


Figura 13- Carta de solos da herdade da comenda grande.

Fonte: Autor

3.1.3 - Sistema de Condução

3.1.3.1 - Vinha: Operações culturais

A vinha velha da herdade da comenda grande, no que diz respeito às operações culturais, pode descrever-se como uma vinha um pouco “diferente” da generalidade das vinhas alentejanas principalmente num ponto-chave, a mobilização.

Nesta vinha, defende-se a total mobilização da entrelinha em todas as campanhas. Apesar de todas as vantagens que o enrelvamento na entrelinha pode fornecer à vinha, a utilização dos relvados em vinhas de sequeiro de regiões mediterrânicas tem sido limitada sobretudo devido ao receio de uma excessiva competição hídrica entre a vegetação dos relvados e a videira. No caso das vinhas da comenda grande, procede-se anualmente a uma mobilização total do solo, não por estas serem de sequeiro mas porque a disponibilidade de água armazenada em barragem própria é limitada. Importante mencionar que esta vinha foi alvo de uma ripagem cruzada antes da instalação (ano de 2000), com um ripper de um metro e vinte centímetros.

Na campanha de 2015/2016, todas as operações culturais realizadas nesta vinha foram igualmente realizadas tanto na estratégia 1 como na estratégia 2, com o objetivo de permitir uma comparação mais realista dos resultados da vindima.

Quadro 3- Operações culturais na vinha da comenda grande durante a campanha 2016.

Data	Casta	Operação Cultural	Fenologia	Nome Comercial	Quantidade	Observações	Tipo de Tratamento
Janeiro	Alicante Bouschet	Poda de Talão	Gomo de Inverno/Gomo de Algodão	-	-	3 Talões por braço a 2 olhos por talão (12 olhos por planta, aproximadamente)	-
Fevereiro	Alicante Bouschet	Limpar Linha e destroçar vides	Ponta Verde	-	-	Destroçador	-
Março	Alicante Bouschet	Monda Química	Saída das Folhas	Glifosato (eliminar existentes) e residual (pré-emergente)	3 l/ha e 2,5 l/ha de área tratada respectivamente	Herbicida	-
Março	Alicante Bouschet	1º Tratamento Fitosanitário	Folhas livres	Tecnifol Defender (quitosana olissacárido)	-	Tratamento Escoriose	Biofertilizante foliar para prevenção da escoriose
Abril	Alicante Bouschet	Mobilização	Cachos visíveis/Cachos separados	-	-	Escarificador Chisel	-
Maio	Alicante Bouschet	Mobilização	Botões Florais separados	-	-	Grade muito ligeira	-
Maio	Alicante Bouschet	2º Tratamento Fitosanitário	Pré-Floração	Melody Super (Folpete + fosetil- alumínio + iprovalicarbe)	3 kg/ha	Anti-Míldio	Tratamento curativo
Maio	Alicante Bouschet	3º Tratamento Fitosanitário	Pré-Floração	Prosper (espiroxamina)	6 dl/ha	Anti-Oídio	Tratamento reventivo e curativo
Junho	Alicante Bouschet	4º Tratamento Fitosanitário	Floração	Pergado F (Folpete + mandipropamida)	2,5 kg/ha	Anti-Míldio	Tratamento preventivo
Junho	Alicante Bouschet	5º Tratamento Fitosanitário	Floração	Dynali (Ciflufenamida+difenoc onazol) e Talendo (Proquinazida)	6,5 dl/ha e 2 dl/ha	Anti-Oídio	Tratamento preventivo e curativo
Junho	Alicante Bouschet	6º Tratamento Fitosanitário	Floração	Profiler (Fluopicolida + fosetil – alumínio) e Prosper	1,6 kg/ha, 2,5 kg/ha e 6 dl/ha	Anti-Míldio e Anti-Oídio	Tratamento preventivo e curativo
Julho	Alicante Bouschet	Despampana	Fecho dos cachos	-	-	Mecânica	-
Julho	Alicante Bouschet	7º Tratamento Fitosanitário	Fecho dos cachos/Pintor	Confidor (imidaclopride) e Altara	3 dl/ha e 200 g/ha	Cigarrinha Verde e Anti-Oídio	Insectisida sistémico
Agosto	Alicante Bouschet	-	Maturação	-	-	-	-
Setembro	Alicante Bouschet	-	Maturação	-	-	-	-
Outubro	Alicante Bouschet	-	Maturação	-	-	Vindima	-

3.1.3.2 - Rega: Monitorização da Rega

Foram efetuadas durante a campanha 2016 diferentes regas nas duas estratégias da vinha velha da comenda grande, tanto na sua duração como no número de regas. Na estratégia 1 foram realizadas apenas 4 regas com uma duração total de 25 horas (Quadro 4) enquanto na estratégia 2 realizaram-se 5 regas perfazendo um total de 26 horas de rega (Quadro 5).

Quadro 4- Duração das regas efetuadas na estratégia 1.

Estratégia 1	
DIA	Duração (horas)
26/jul	4
22/ago	6
30/ago	8
13/set	7
total	25

Quadro 5- Duração das regas efetuadas na estratégia 2.

Estratégia 2	
DIA	Duração (horas)
22/jun	3
27/jul	7
19/ago	5
21/ago	4
13/set	7
total	26

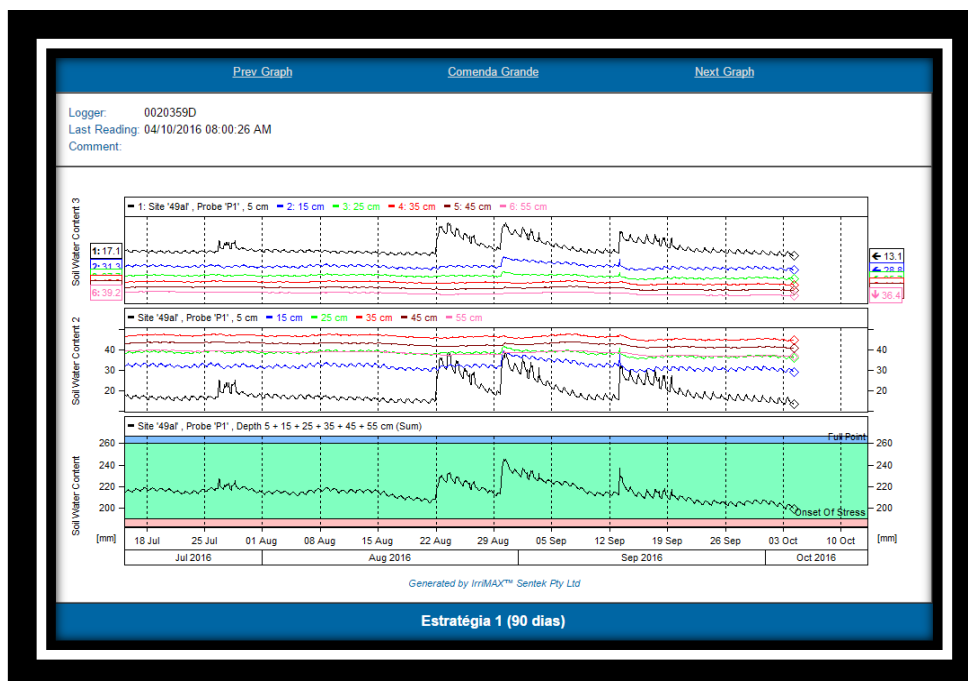


Figura 14- Evolução do teor de água volumétrico medido pela sonda em cada profundidade e na totalidade do perfil medido na estratégia 1.

Fonte: Aquagri

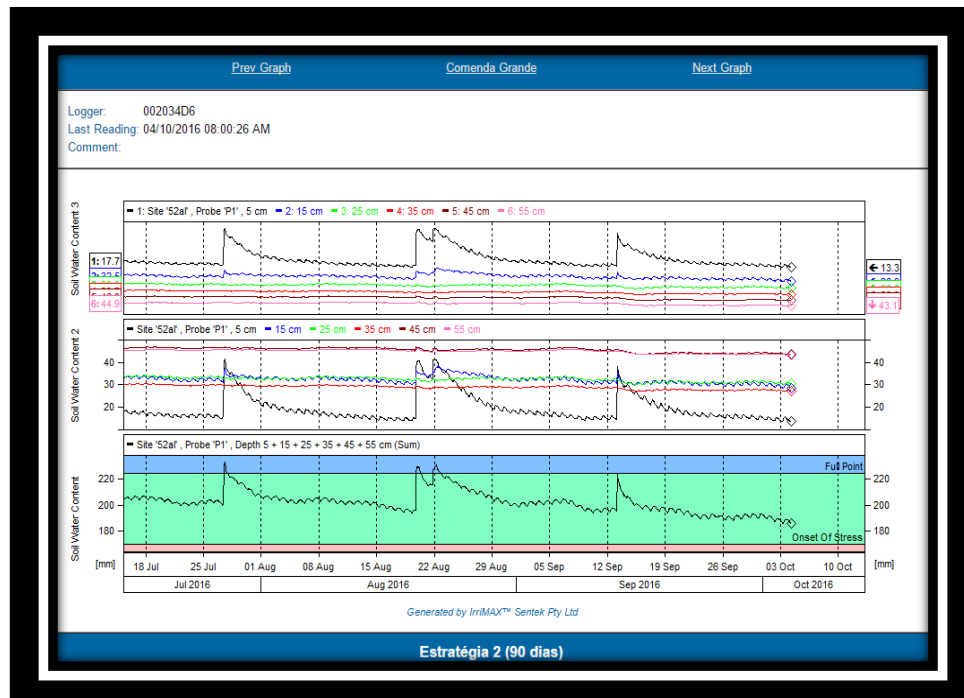


Figura 15- Evolução do teor de água volumétrico medido pela sonda em cada profundidade e na totalidade do perfil medido na estratégia 2.

Fonte: Aquagri

As regas efetuadas durante todo o ciclo foram essencialmente baseadas nos valores medidos de potencial hídrico foliar como também nos valores de condutância estomática e nos gráficos fornecidos pelas sondas através da plataforma Irrimax (Figuras 14 e 15).

3.2 - Delineamento experimental

3.2.1 - Sonda “*drill and drop*” da Sentek e sua instalação

Esta sonda caracteriza-se por ser uma sonda totalmente encapsulada de humidade e fácil de instalar, com 60 centímetros de comprimento e com 6 sensores de 10 em 10 centímetros (5cm, 15cm, 25cm, 35cm, 45cm e 55cm) estando o primeiro sensor situado a 5 centímetros de profundidade. Estas são sondas que a cada 2 horas disponibilizam os dados que os seus sensores registam a cada 15 minutos

Estas sondas têm como principais características a sua robustez e facilidade de instalação. Além destas características são sondas que têm os circuitos eletrónicos totalmente encapsulados, possuem uma forma cónica que permite instalações extremamente rápidas e com uma elevada qualidade de não perturbação do solo. Pode ser enterrada a qualquer profundidade e as medições realizadas por estas são de qualidade comprovada. Os seus sensores devem contudo ser pré-normalizados através de equações de calibração padrão. Após a sua correta instalação é possível o acesso aos dados do perfil do solo através da plataforma Irrimax.

Este tipo de sondas é ideal para usos de curta duração, como por exemplo nas culturas hortícolas, devido à rápida e fácil instalação embora também tenham sido desenhadas para usos de longa duração podendo, após a instalação ser deixadas no campo por muitos anos.

Com a instalação destas sondas pode verificar-se uma poupança potencial de água e tempo e ao mesmo tempo aumentos na qualidade e produtividade das culturas.

Estas sondas são menos propensas a estragos provocados por máquinas agrícolas uma vez que a parte eletrónica esta completamente enterrada.

No dia 26 de Abril de 2016 foram então instaladas duas sondas capacitivas de água no solo. A instalação destas sondas foi feita com o auxílio de uma broca de maneira abrir um orifício no solo com o mesmo diâmetro da sonda (Fig.16).



Figura 16- Abertura do orifício para colocação da sonda.

Fonte: Autor

As sondas foram instaladas entre as videiras 4 e 5 de cada estação, estando o gotejador entre a sonda e a videira número 4 (Fig.17a). Depois de inserida no orifício cada sonda foi então conectada a unidade de comunicação GPRS (ECO D3 da Pessl). Esta unidade representa uma base de dados *online* que recebe todos os dados que são medidos permanentemente pela sonda. Trata-se de uma unidade que é energeticamente independente, alimentada por uma bateria recarregável por um painel solar (Fig.17b).



Figura 17- a) Instalação de uma das sondas

b) Unidade de comunicação GPRS.

Fonte: Autor

3.2.2 – Determinação da fração transpirável

A fração de água transpirável no solo (FATS) trata-se do indicador mais próximo da quantidade real de água no solo que pode ser extraída pelas plantas para a transpiração (Santos e Carlesso, 1998). Este indicador representa efetivamente a quantidade de água disponível no solo. Para tal, Sinclair e Ludlow (1986) consideraram que o conteúdo de água no solo utilizado pela planta para transpiração varia entre o conteúdo de água no solo à capacidade de campo, quando a transpiração é máxima e o conteúdo de água no solo quando a transpiração da planta é igual a 10% da transpiração máxima. Com vista a obter uma estimativa deste valor optou-se por primeiro obter uma estimativa da capacidade de campo (CC) e coeficiente de emurchecimento (CE) do solo. Para tal recorreu-se ao diagrama textural do solo (Fig. 19) proposto por Gomes e Silva (1962) citado por Ramos et al.,(2016).

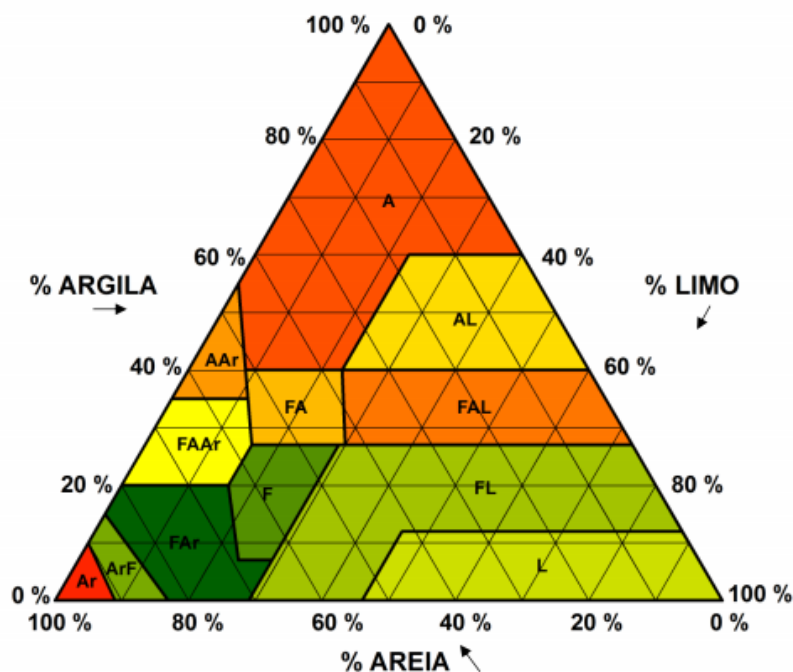


Figura 18-Diagrama triangular da textura do solo de Gomes e Silva (1962).

Fonte: INIAV- Características de retenção de água no solo

A capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento foram estimados através da intersecção, no triângulo, das respectivas proporções de areia, limo e argila, no sentido das setas apresentadas, após a obtenção da classificação textural do solo obtida a partir das análises laboratoriais efetuadas no Instituto Superior de Agronomia em Dezembro de 2016 (Anexo 4- Quadro 31). Após a classificação textural dos diferentes horizontes do solo, obteve-se uma percentagem em volume da capacidade de campo e do coeficiente de emurchecimento médios para cada horizonte quer da estratégia 1, quer da estratégia 2 (Ramos *et al.*, 2016). Através dos valores obtidos foi possível determinar um valor percentual do teor de água máximo (capacidade de campo) e um valor percentual do teor de água mínimo (coeficiente de emurchecimento) presente em 600 milímetros de solo (Quadro 6).

Quadro 6- Determinação da fração transpirável em cada estratégia.

	Estratégia 1	% de Humidade	Estratégia 2	% de Humidade
CC (média)	0,279	27,9	0,273	27,3
CE(média)	0,166	16,6	0,162	16,2

3.2.3 - Débito dos Gotejadores

Com o objetivo de verificar a uniformidade do sistema de rega e por forma a testar se o *input* de rega era aproximadamente idêntico nas duas estratégias de rega da vinha, procedeu-se, durante a terceira rega, à medição do débito dos gotejadores (Quadro 7).

Este teste teve o propósito de conhecer de que forma variava e qual o débito dos gotejadores, ao longo de cada setor de rega, através do coeficiente de uniformidade de rega de *Christiansen* (CU_c) (Quadro 8). Para tal foi utilizada uma proveta de 25ml, com a qual se mediu o volume de água debitado por gotejador em 20 segundos, obtendo-se os seguintes valores:

Quadro 7- Débito dos gotejadores das duas estratégias de rega.

	1	2	3	4	5	6	7	Média (mL/20s)	Média (L/h)
Estratégia									
1	15	15,6	15,4	14,6	15,1	14,9	14,9	15,1	2,71
Estratégia									
2	15,7	16,3	17,2	16,7	16,1	15,8	15,9	16,5	2,92

$$\text{Coeficiente de uniformidade Christiansen (CUc)} = 100 \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_{med}|}{\sum_{i=1}^n V_i} \right]$$

Quadro 8 Coeficiente de uniformidade de Christiansen nas duas estratégias de rega.

	CUc
Estrat. 1	98,321%
Estrat. 2	97,488%

3.2.4 - Plataforma Irrimax

Através da plataforma Irrimax foi possível visualizar as regas efetuadas através de gráficos. Esta plataforma pode ser acessada através de qualquer dispositivo através da hiperligação www.aquagri.com/comendagrande/ (Fig.20). Os dados presentes nesta plataforma foram os dados enviados pela unidade de comunicação GPRS.

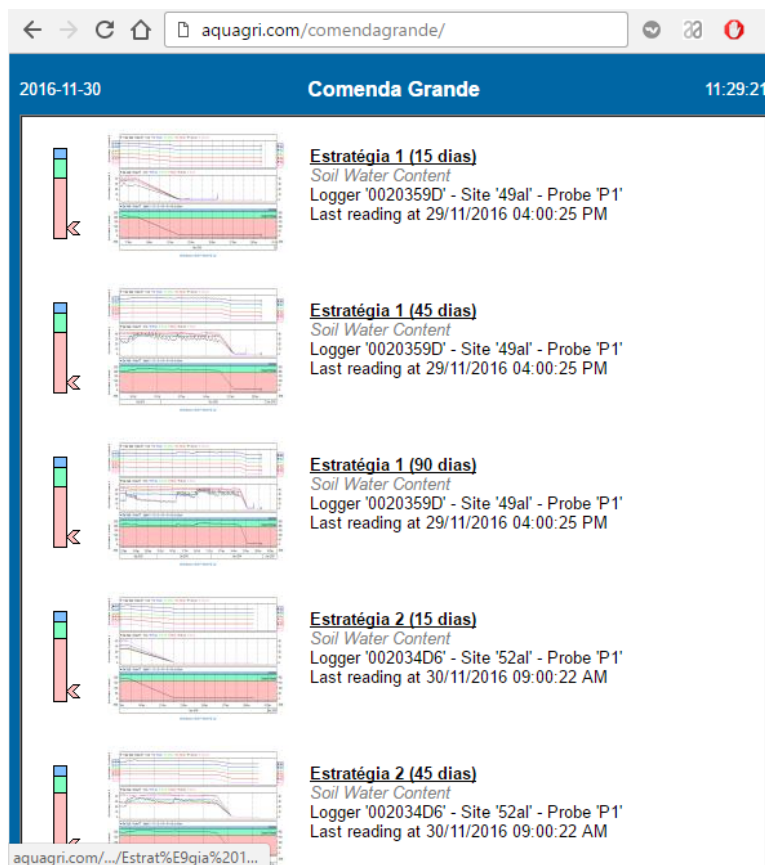


Figura 19- Plataforma Irrimax.

Fonte: Aquagri

3.2.5 - Metodologias

3.2.5.1 - Carga à poda e estados fenológicos

Após o início do ciclo e depois de se selecionar as videiras em estudo, foram realizados os levantamentos do número de talões, carga à poda (número de olhos deixados à poda), número de olhos abrolhados, número de olhos abrolhados total, número de sarmentos, número de cachos, altura do tronco, comprimento do braço e diâmetro do colo.

A **carga à poda** trata-se do número de olhos que são deixados durante a poda de Inverno isto é, o número total de gomos deixados à poda . É um valor essencial para a determinação de diversos índices de crescimento e de produção. O seu valor foi determinado a partir da contagem destes olhos durante o início do ciclo vegetativo.

Os **talões** correspondem aos órgãos de frutificação situados no braço de cada planta, nos sistemas de poda curta. Isto é, a estrutura de madeira com pelo menos 1 ano de idade onde abrolharão os futuros sarmentos. O seu número foi determinado a partir de uma contagem.

O **número de olhos abrolhados** durante o ciclo foi também determinado através de uma contagem dos olhos deixados à poda que posteriormente abrolharam.

O **número de olhos abrolhados totais**, contabiliza não só o número de olhos abrolhados, como os “ladrões” e as “esperas” que também abrolharam.

A **altura do tronco** corresponde ao comprimento da cepa desde o solo (colo da planta) até à bifurcação na planta. Esta medição foi feita com o auxílio de uma fita métrica.

O **comprimento do braço** corresponde ao comprimento desde bifurcação da planta até à extremidade da planta. Esta medição foi realizada, tal como a altura do tronco com uma fita métrica.

O **diâmetro do colo** da planta foi medido com a ajuda de um paquímetro universal.

Todos os levantamentos mencionados anteriormente foram realizados em todas as sete plantas de cada uma das estações em estudo, perfazendo um total de catorze medições para cada variável proveniente da média de duas repetições de cada medição.

No dia 16 de maio de 2016 foi contabilizado, o **número de sarmentos** contabilizando não apenas os sarmentos presentes nos talões mas também os sarmentos ladroes (sarmentos presentes nos braços e no tronco da planta).

A vindima foi realizada no dia 5 de Outubro de 2016. A decisão de vindimar dependeu do teor de álcool provável presente nos bagos das duas estratégias. O atraso da vindima foi propositado e teve como objetivo o aumento do teor de álcool provável nos bagos o mais possível, até uma data em que se percebeu que este não iria aumentar mais devido à observação do início do decréscimo do teor de álcool provável. Após a vindima foram contabilizados o número de cachos, o peso dos cachos e o peso médio do bago.

O **número de cachos** foi determinado através de uma contagem após a vindima. Após a contagem do número de cachos, estes foram pesados numa balança de precisão na adega para determinar o peso total dos cachos de cada estação.

O **peso médio do bago** foi determinado 11 dias antes da vindima. Para isto, foi calculada uma média do peso de duzentos e dezanove bagos retirados de forma aleatória dos vários cachos e diferentes zonas do mesmo cacho, das diferentes plantas de cada estação.

Durante todo o ciclo foram acompanhados, semanalmente, os **estados fenológicos** das plantas desde o início da atividade vegetativa até à maturação.

Os **estados fenológicos** de cada planta em estudo foram identificados a partir da escala segundo Baggiolini (Quadro 9). Esta trata-se de uma escala utilizada para identificar os diferentes estados fenológicos de desenvolvimento de uma cultura.

O controlo dos estados fenológicos foi feito semanalmente, a partir do dia 2 de maio de 2016 (estado fenológico H- Botões florais separados) até ao início da maturação das uvas (estado fenológico N) que ocorreu na semana de 15 a 21 de Agosto de 2016 em ambas as estratégias. A definição de alteração do estado fenológico baseou-se na observação de cada videira individualmente, sendo considerado um determinado estado fenológico quando 50% dos gomos/cachos totais de uma videira se encontravam nesse mesmo estado.

De acordo com a escala segundo Baggiolini os estados fenológicos classificam-se em:

- A- Gomo de Inverno
- B- Gomo de algodão
- C- Ponta verde
- D- Saída das folhas

- E- Folhas livres
- F- Cachos visíveis
- G- Cachos separados
- H- Botões florais separados
- I- Floração
- J- Alimpa
- K- Bago de ervilha
- L- Fecho dos cachos
- M- Pintor
- N- Maturação

Quadro 9- Evolução dos estados fenológicos ao longo do ciclo.

	ESTRATÉGIA 1	ESTRATÉGIA 2
DATA	1	2
02/mai	H/I	H
09/mai	I/J	I
16/mai	K	J
26/mai	K	K
12/jun	K	K
27/jun	K	K
06/jul	L	L
14/jul	L	L
18/jul	M	L/M
27/jul	M	M
09/ago	M	M
19/ago	N	N

3.2.5.2 - Abrolhamento e fertilidade

Para classificar o abrolhamento na videira deve determinar-se a percentagem de abrolhamento, que representa a percentagem de olhos abrolhados em relação ao número de olhos que foram deixados à poda. Este é um indicador de crescimento vegetativo que pode ajudar a compreender o vigor vegetativo da planta. A percentagem de abrolhamento pode ser calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Percentagem de Abrolhamento} = \text{Nº de Sarmentos} / \text{Nº de Olhos deixados à poda} \times 100$$

Em teoria a percentagem de abrolhamento apresenta valores entre 0 e 100, contudo, devido ao crescimento de sarmentos gémeos no mesmo olho em alguns dos olhos das videiras em estudo, a percentagem de abrolhamento pode ser superior a 100%.

3.2.5.3 - Superfície foliar exposta

A **superfície foliar exposta** (SFE) das duas estratégias foi estimada de acordo a metodologia de Murisier e Zufferey (1997), baseando-se no perímetro exposto. A SFE consiste na estimativa da área da sebe que está diretamente exposta à radiação solar, isto é, a superfície foliar que se encontra numa posição exterior no coberto vegetal.

Para calcular a superfície foliar exposta segundo esta metodologia é necessário medir o perímetro exposto (Fig.21), isto é, a altura da sebe e a largura da sebe para então se poder aplicar a seguinte fórmula:

$$\text{Perímetro Exposto (PE)} = 2 \times \text{Altura da Sebe (H)} + \text{Largura (e)}$$

Após este cálculo deve multiplicar-se o valor obtido pelo número de metros de sebe por hectare, obtendo-se então a superfície foliar exposta

$$\text{SFE} = \text{PE} \times \text{nº de metros de sebe/ha}$$

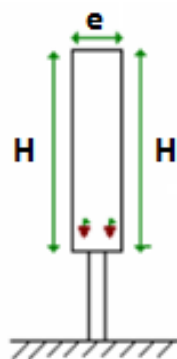


Figura 20- Esquema para cálculo do Perímetro Exposto, Monoplano Vertical Ascendente

Fonte: Adaptado de Cruz *et al.* (2003), citado em Santos (2007).

As Dimensões da Sebe (altura e largura) foram medidas em cada estação em estudo de forma a ser possível o cálculo e comparação da SFE entre as duas estratégias.

Estas medições foram realizadas no início ou durante estados fenológicos específicos, mais propriamente à floração (09 de maio), após a despampana/bago de ervilha (15 de junho) e ao pintor (18 de julho).

3.2.5.4 - ET0 e Balanço Hídrico

Os valores da evapotranspiração de referência foram calculados de acordo com valores da estação meteorológica da Universidade de Évora (Pólo da mitra) que se situa a cerca de 30 quilómetros da herdade da comenda grande (Quadro 10). Os valores de ET0 foram calculados a partir do método de Hargreaves pelo ISAREG para todos os dias desde o dia 1 de Março de 2016 até ao dia 5 de Outubro de 2016.

Quadro 10- Evapotranspiração de referência média diária para cada mês de acordo com os dados meteorológicos da universidade de Évora- pólo da mitra.

DATA	Eto (mm)
mar/16	4,89
abr/16	5,75
mai/16	6,29
jun/16	8,55
jul/16	8,48
ago/16	7,83
set/16	6,53
out/16	5,97

Após obter os valores da evapotranspiração de referência, do coeficiente cultural e da evapotranspiração cultural, juntamente com os valores de precipitação (Quadro 11) e das regas efetuadas, foi então possível obter um balanço hídrico da vinha da comenda grande.

Quadro 11-Precipitação em mm durante a campanha 2015/2016 segundo os dados meteorológicos da universidade de Évora- pólo da mitra.

DATA	Precipit. (mm)
Mar/16	42,8
Abr/16	82,9
Mai/16	118,2
Jun/16	2,1
Jul/16	3,3
Ago/16	0
Set/16	9,2

O balanço hídrico foi estimado através do **ISAREG**, com o auxílio do professor José Luís Teixeira, com o objetivo de conhecer a evolução da humidade do solo ao longo do ciclo cultural da vinha em questão, em função das necessidades hídricas da cultura e em função da quantidade de água disponível no solo.

O programa **ISAREG** (Teixeira, 1989) foi desenvolvido pelo professor José Luís Teixeira, durante o desenvolvimento da sua tese de doutoramento. Este trata-se de um modelo de simulação do balanço hídrico no solo que se tem destacado a nível internacional que funciona após estabelecer uma dada caracterização solo-clima-cultura e as disponibilidades hídricas de acordo com o objetivo do utilizador e que é capaz de lidar com a ascensão capilar e com a percolação através da zona radicular (Pereira, 2004 e Petillo e Castel, 2007).

Neste trabalho decidiu modelar-se o balanço hídrico apenas a partir do dia 11 de Maio, após um dia de intensa precipitação, considerando-se assim que no início do balanço hídrico o solo se encontrava à capacidade de campo. A duração do ciclo foi de 219 dias desde o dia 1 de Março até ao dia 5 de Outubro mas neste caso considerou-se uma duração de 148 dias (a partir do dia 11 de Maio).

Contudo, assumiu-se neste balanço hídrico a fração transpirável ao invés de se considerar a capacidade de campo (CC) e o coeficiente de emurchecimento (CE) pois como a sonda não estava calibrada, optou-se pelo encharcamento prévio do solo no local onde se encontrava a sonda para assim se considerar a capacidade de campo como o teor de água presente no solo 3 dias após o encharcamento e após a sua drenagem.

Para a correta utilização do **ISAREG** é necessário conhecer todos os ficheiros de comando a ele associados. Como tal, existem ficheiros de comando relativos a:

- Coeficiente de cultura (Kc):*_CUL.txt
- Características do solo:*_SOL.txt
- Evapotranspiração de referência (ET0):*_ET0.txt
- Precipitação:*_PRE.txt
- Esquema de rega:*_ESQ.txt
- Ascensão capilar:*_asc.txt
- Observações efetuadas (%de humidade):*_OBS.txt
- Dados meteorológicos:*_EVC.txt
- Simulação da rega:*_REG.txt

Os dados meteorológicos, esquema de rega e percentagem de humidade observada foram introduzidos numa folha de excel e guardados como “texto separado por tabulações”(txt) para posteriormente serem corretamente introduzidos no programa. Restantes dados, como os dados da cultura, do solo, do teor de água e da “ascensão capilar” foram introduzidos diretamente no programa.

Após a introdução dos dados no programa, o ISAREG gerou informações relacionados com o balanço hídrico do solo bem como da estratégia de rega. Para o cálculo das necessidades hídricas da cultura, o ISAREG calculou os valores de ET₀ diários a partir dos dados meteorológicos fornecidos anteriormente e os coeficientes culturais da vinha (K_c).

Foi, de seguida, definido o esquema de rega, e após esta definição, foram introduzidos no modelo valores relativos à fração transpirável de água do solo (água disponível no solo). Foi então, que a partir destes valores, do fator de disponibilidade de água no solo (p), e da profundidade efetiva do sistema radicular que o ISAREG gerou o balanço hídrico.

De salientar a importância do valor de “p” para o correto funcionamento do ISAREG, já que se trata de um fator fundamental no cálculo do ET_c, e na análise do balanço hídrico pois o valor de “p”, em função do ET_c serve para ter em consideração os efeitos do clima e responder à variação da sensibilidade da cultura em cada fase vegetativa (Pereira, 2004).

Estratégia 1:

A capacidade de campo e o coeficiente de emurchecimento que haviam sido estimados com base no triângulo textural de Gomes e Silva (Gomes, M. P., Silva, A. A., 1962. Um novo diagrama triangular para a classificação básica da textura do solo. *Garcia da Orta* 10: 171–179) eram respetivamente 278,67 mm/m e 159,33 mm/m. Optou-se por exprimir a humidade do solo registada pela sonda em percentagem de humidade da fração transpirável com limite superior em 27,6% e limite inferior em 18,7% definida a partir dos registos da sonda. Este parâmetro introduzido como ficheiro de comando do tipo *_SOL.txt com o nome de EST1ficticio_SOL.

Relativamente ao coeficiente cultural, criou-se um ficheiro de comando do tipo *_CUL.txt com o nome de VinhaComenda1-11-5_CUL, em que se considerou que entre o dia 11 de Maio e o dia de 19 de Julho, o valor de K_c foi 0,7, assumindo que a

sebe estava completa, sofrendo um decréscimo até ao dia 7 de Setembro, dia a partir do qual e até ao fim do ciclo se considerou um valor de K_c de 0,45. Estes valores foram obtidos a partir da FAO56 (Allen *et al*, 1998), para a cultura da vinha para vinho (Gráfico 12).

De seguida foi criado um ficheiro de comando relativo ao esquema de rega da estratégia 1 (est1-1_ESQ) em que se assumiu que a área molhada a 30 cm de profundidade após a rega seria de 1 m² obtendo os valores de humidade no solo descritos no quadro seguinte (Quadro 12):

Foi ainda adicionado ao modelo um valor de “ascensão capilar”, que neste caso não se trata de ascensão capilar. Trata-se sim da quantidade de água que as raízes extraíram do solo abaixo dos 60 cm de profundidade, visto que essa quantidade não foi possível contabilizar devido ao reduzido comprimento da sonda em relação à extensão do sistema radicular. Foi criado então um ficheiro de comando com o nome asccap6mm_asc que representa o volume de 6mm/dia extraídos do solo por parte das raízes profundantes da planta.

Com o objetivo de descrever as observações relativas às percentagens de humidade, presente no solo registadas pela sonda, foi criado um ficheiro de comando com o nome val1-11-5_OBS contendo todas as 148 observações de percentagem de humidade desde o dia 11 de Maio até ao dia 5 de Outubro.

Os dados meteorológicos relativos à precipitação de acordo com a estação meteorológica da Universidade de Évora- Pólo da mitra, foram armazenados num ficheiro de comando de nome ET0Prec_PRE.

Os valores da evapotranspiração de referência (ET0) foram armazenados num ficheiro de comando de nome ET0Prec_ET0 e foram calculados de acordo com os dados meteorológicos mencionados anteriormente. Este valor foi calculado a partir da equação de Hargreaves para todos os dias do ciclo. Foi para isto criado o ficheiro dadosmeteo_txt contendo os dados meteorológicos provenientes da estação meteorológica em questão.

Estratégia 2:

O mesmo procedimento foi efetuado para a estratégia 2 contudo apresentando algumas diferenças.

A capacidade de campo e coeficiente de emurchecimento eram de 271,17mm/m e de 167,5 mm/m respetivamente, exprimindo-se a fração transpirável com limite superior em 27% e limite inferior em 16% da humidade do solo. A este ficheiro de comando deu-se o nome de EST2ficticio_SOL.

Relativamente ao coeficiente de cultura, os valores utilizados foram os mesmo alterando-se apenas o coeficiente de sensibilidade hídrica que no caso da estratégia 1 foi de 0,6 e neste caso foi de 0,45. Ao ficheiro de comando relativo ao coeficiente de cultura (Kc) da estratégia 2 deu-se o nome de VinhaComenda2-11-5_CUL.

O esquema de rega adotado foi o mesmo (1m²) obtendo-se contudo valores de humidade diferentes referentes ao superior débito de rega no caso da estratégia 2 (est2-1_ESQ), como se pode verificar no quadro seguinte (Quadro 13):

Quadro 12-Esquema de rega da estratégia 1.

Dia	26/jul	22/ago	30/ago	13/set	Total
Rega (mm)	10,8	16,2	21,6	18,9	67,5

Quadro 13- Esquema de rega da estratégia 2.

Dia	22/jun	27/jul	19/ago	21/ago	13/set	Total
Rega (mm)	8,7	20,3	14,5	11,6	20,3	75,4

Os valores de “ascensão capilar” considerados neste caso foram de 6mm/dia e 8mm/dia, criando-se dois ficheiros de comando com os nomes asccap6mm_asc. e asccap8mm_asc. respetivamente.

Foi ainda elaborada uma simulação para cada estratégia assumindo que não havia “ascensão capilar” para as quais se criou o ficheiro de comando asccap0mm_asccap.

3.2.5.5 - Potencial hídrico foliar de base

O Potencial hídrico foliar de base foi medido nos dias 8 de Julho de 2016, 18 de julho de 2016, 27 de julho de 2016, 3 de agosto de 2016, 10 de agosto de 2016, 23 de agosto de 2016, 1 de setembro de 2016, 8 de setembro de 2016 e 29 de setembro de 2016.

Este procedimento foi realizado com o auxílio de uma câmara de pressão de Scholander e foi sempre realizado imediatamente antes do amanhecer, isto é, entre as 4 e as 6 horas da madrugada. Este procedimento deve ser realizado a esta hora pois é a altura do dia em que os estomas se encontram fechados e que se considera que o potencial hídrico da planta se encontra em equilíbrio com o potencial hídrico do solo (Choné *et al.*, 2001). Para a realização da medição recolheu-se uma folha adulta, em boas condições vegetativas e bem exposta à radiação, dos sarmentos primários de cada uma das cinco videiras mais próximas da sonda de cada estação (videiras 2, 3, 4, 5 e 6). O intervalo de tempo entre a colheita da folha e a sua inserção para medição na câmara deve ser curto de modo a reduzir as perdas de água por parte da folha. Depois de serem devidamente secas as folhas foram então introduzidas na câmara de pressão e foi registado o valor do potencial hídrico foliar de base que traduz a pressão necessária (em bar) para extrair água pelo pedúnculo da folha.

3.2.5.6 - Condutância estomática

Para determinar a condutância estomática foliar foram efetuadas duas medições com recurso a um porómetro foliar do modelo SC-1 da Decagon Devices.

Este caracteriza-se por ser um aparelho prático acessível e preciso já que possui uma tecnologia inovadora. Trata-se de um aparelho sem partes móveis que é leve e fácil de carregar pesando cerca de 300 gramas. Este permite a gravação dos dados tanto como valores de condutância estomática como de resistência e possibilita a sua posterior descarga.

O aparelho possui um clip com um sensor que é a partir do qual é possível efetuar as medições. Este sensor é responsável por recolher a informação (vapor de pressão e humidade) que a folha utiliza para calcular a condutância estomática numa folha.

As medições foram efetuadas nos dias 8 e 27 de Julho de 2016 ao meio-dia, período em que a exposição à luz solar e a interceção da radiação solar pela folha são

máximas. As medições foram realizadas em folhas adultas, bem conformadas e em bom estado sanitário.

3.2.5.7 - Abertura e descrição de perfis e análises de solo

No dia 18 de Novembro de 2016 procedeu-se à abertura de um perfil de solo em cada estação. Os perfis foram abertos na entrelinha da vinha mas ligeiramente mais próximos da linha em que estava posicionada a sonda, com o auxílio de uma retroescavadora.

A abertura dos perfis teve como objetivo principal a obtenção de uma descrição detalhada dos perfis de solo em questão.

A descrição dos perfis de solo foi então realizada no campo, no dia a seguir à sua abertura com o auxílio do Professor Nuno Cortez (Fig.22).



Figura 21-Análise do perfil de solo.

Fonte: Autor

Foram ainda recolhidas amostras de solo da estratégia 1 e amostras de solo da estratégia 2 correspondentes aos diferentes horizontes de cada perfil para posterior análise granulométrica (Anexo 2).

No mês de Julho, foram também recolhidas amostras de solo em cada ensaio para posterior análise química. Essas amostras foram enviadas para o laboratório agrícola do Alentejo (LAGRA) para a realização das análises (Anexo 3)

3.2.5.7.1 - Descrição dos perfis de solo

O perfil de solo da estratégia 1 (Fig.23) descreve-se como tendo cinco horizontes:

Um primeiro horizonte Ap (0-10 cm), pardo amarelado (10YR 5/4) (s), pardo amarelado escuro (10YR 4/4) (h), franco-argilo-arenoso com algum saibro de quartzo e feldspato, mas também com alguns calhaus e pedras da rocha mãe. Tem uma estrutura granulosa fina moderada a anisoforme subangulosa fina moderada. Tem compactidade média a pequena, friável e moderadamente poroso e fresco. Possui bastantes raízes médias e finas. Observa-se uma transição nítida, plana, para um horizonte Bw (10-20 cm).

O horizonte Bw descreve-se como pardo amarelado (10YR 5/4) (s), pardo amarelado escuro (10YR 4/4) (h), franco-argilo-arenoso com algum saibro de quartzo e feldspato. É um horizonte com estrutura anisoforme angulosa média e fina e moderada. Possui uma compactidade média; Friável a firme; Pouco poroso; Algumas raízes médias e finas; Fresco; Transição gradual, plana, para um horizonte BC (20 – 40 cm).

O horizonte BC trata-se de um horizonte de transição, semelhante ao anterior mas apresentando gradualmente mais material originário, menor teor de argila e maior quantidade de raízes,

O horizonte seguinte trata-se de um horizonte CB (40 – 60 cm). Descreve-se como um horizonte de transição pardo oliváceo claro (2,5 Y 5/4) (s), pardo oliváceo (2,5 Y 4/4) (h), franco-arenoso com algum saibro de quartzo e feldspato, Sem agregação; Compactidade Pequena; Friável a muito friável; Bastantes raízes médias, finas e muito finas e raras grossas; Fresco. Apresenta uma transição difusa para o horizonte C (60-150 cm).

O horizonte C trata-se de um horizonte de material originário de rocha com diversos graus de alteração, apresentado, porém algumas raízes médias e finas.

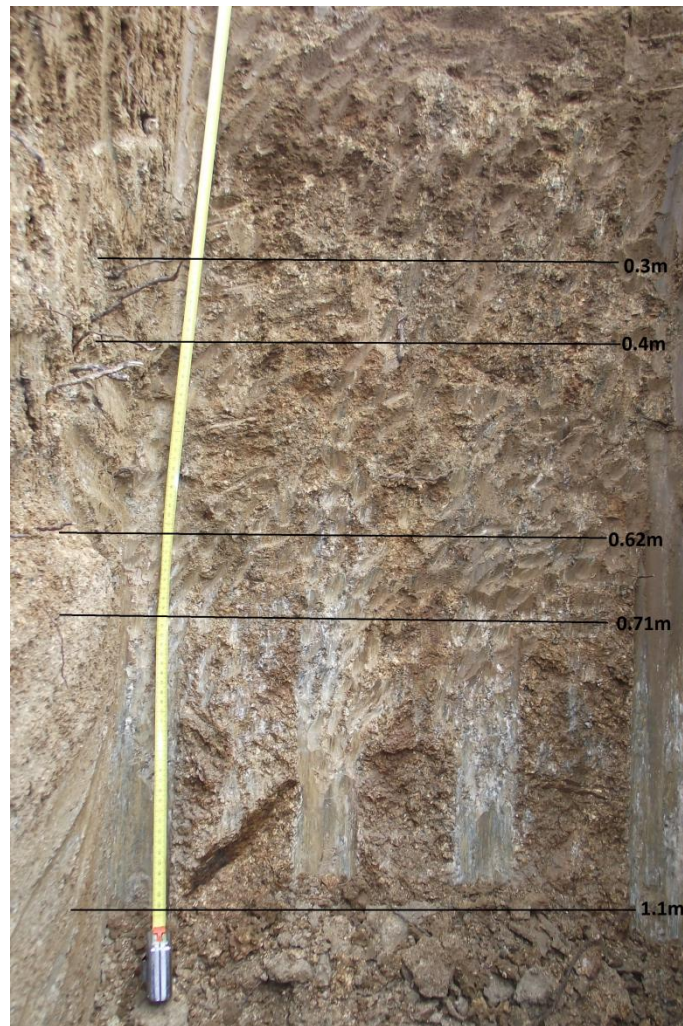


Figura 22- Perfil de Solo da estratégia 1.

O perfil de solo da estratégia 2 (Fig.24) descreve-se como tendo quatro horizontes

Um primeiro horizonte Ap (0-10/20 cm) pardo amarelado (10YR 5/4) (s), pardo escuro (10YR 3/3) (h), franco-arenoso com algum saibro de quartzo e feldspato, mas também com alguns calhaus e pedras da rocha mãe. Trata-se de um horizonte com estrutura granulosa fina moderada a anisoforme subangulosa fina moderada; Compacidade média; Friável a firme; Moderadamente poroso e com bastantes raízes médias e finas e algumas grossas. É um horizonte fresco com transição gradual, ondulada, para um horizonte Bt1 (10/20-40 cm).

O horizonte Bt1 trata-se de um horizonte pardo amarelado (10YR 5/4) (s), pardo a pardo escuro (10YR 4/3) (h), franco-argilo-arenoso a franco-argiloso, com algum saibro de quartzo e feldspato. Apresenta estrutura anisoforme angulosa grosseira forte; Compacidade grande; Muito firme; Pouco poroso. Apresenta raras

raízes muito finas e trata-se de um horizonte fresco com uma transição gradual, ondulada, para um horizonte Bt2 (40 – 60/70 cm).

O horizonte Bt2 de cor Pardo amarelado (10YR 5/4) (s) pardo a pardo escuro (10YR 4/3) (h), argilo-arenoso com algum saibro de quartzo e feldspato. Trata-se de um horizonte sem agregação, a anisoforme angulosa grosseira forte. Apresenta uma compactidade muito grande, muito firme a muito dura. Além disso é um horizonte pouco poroso com raras raízes e fresco apresentando uma transição gradual, ondulada, para um horizonte C (60/70 – 150cm) composto por material originário de rocha com diversos graus de alteração.



Figura 23- Perfil de Solo da estratégia 2.

3.2.5.8 - Controlos de Maturação: Colheita e composição de bagos

A data da vindima foi decidida com base no teor de álcool provável presente nos bagos das duas estações. Para obter este indicador, foram realizados 13 controlos de maturação com vista a determinar o teor de álcool provável, pH e o grau brix presente nos bagos das duas estações.

Para determinar o teor de álcool provável foi retirada uma amostra de 100 bagos de cada estação e procedeu-se a um esmagamento com o objetivo de simular o tratamento dos cachos após a vindima. Foi depois feita uma filtragem do líquido resultante dos restantes resíduos.

Esse líquido foi colocado num refratómetro digital portátil para então se determinar o teor de álcool provável e o grau brix (Fig.25). O pH foi determinado com o auxílio de medidor de pH de eléctrodos (Fig.26).



Figura 24- Refratómetro digital utilizado.

Fonte: Autor



Figura 25 -Medidor de pH de elétrodos utilizado.

Fonte: Autor

Após o pintor, dias vinte e dois e vinte e três de setembro foi realizada a décima primeira **análise de maturação** com vista a determinar alguns indicadores relacionados com a qualidade dos frutos, para proceder a uma comparação de qualidade entre as duas estratégias.

Esta análise foi feita a partir de 6 amostras de 73 bagos cada, provenientes de 219 bagos de cada estação. As amostras para análise foram recolhidas às 7:00 horas da madrugada, de forma aleatória de vários cachos e diferentes zonas do mesmo cacho, das diferentes plantas de cada estação. Foram de seguida trazidas para o laboratório do pavilhão de agro-indústrias do instituto superior de agronomia para então se proceder à sua análise.

Já no laboratório os bagos foram sujeitos a um esmagamento seguido de uma filtragem do líquido resultante dos restantes resíduos, as amostras foram então sujeitas às seguintes medições:

- **Volume de Mosto** - Medição de volume feita com uma proveta de forma a se registar a quantidade de líquido total resultante do esmagamento das uvas.
- **Grau Brix** - Trata-se da determinação do teor de sacarose pura na água e Brix de 1 grau corresponde a 1g de sacarose em 100g de solução e foi medido com um refratómetro digital portátil com compensação automática de temperatura (modelo HI 96813 da marca HANNA). Precisão do Brix de até 0,2%.

- **Acidez total** - Medição realizada a partir da titulação de uma solução de mosto da amostra em análise, água destilada fervida (sem CO₂) e Azul de Bromotimol (indicador). A esta solução foi adicionada progressivamente o titulante, neste caso Hidróxido de Sódio (NaOH), até a solução titulada alterar a sua cor para Azul Esverdeado, sinal de que deixou de ser uma solução ácida e passou a ser uma solução básica.

Da titulação obteve-se o volume de NaOH necessário para a amostra em análise alterar o seu pH. Ao se multiplicar este volume por 1,5 obteve-se a Acidez Total em g/l de Ácido Tartárico.

Esta titulação foi realizada segundo o método OIV-MA-AS313-01, dos Métodos Internacionais de Análise de vinhos e mostos (OIV, 2015a).

- **pH** - Medido com um medidor de pH de elétrodos, segundo o método OIV-MA-AS313-15, dos Métodos Internacionais de Análise de vinhos e mostos (OIV, 2015b).
- **Álcool provável** - O teor de álcool provável é determinado em função do grau brix e determina-se através da seguinte fórmula: Álcool provável = Brix/1,7

3.2.5.9 - Produtividade

Entende-se como produtividade obtida o resultado final de produção por planta, ou seja, o peso total de cachos, por videira, à vindima.

Para calcular a produtividade obtida, após terem sido colhidos, os cachos provenientes de cada planta de cada estação foram pesados numa balança de precisão com a finalidade de comparar a produtividade obtida em cada uma das estações.

3.3 - Análise Estatística

Com o objetivo de verificar se para diferentes parâmetros das diferentes estações nesta casta, existiam diferenças significativas ou se a sua diferença era de facto tão pequena que deveriam ser considerados iguais, foram realizadas análises de variância (Oneway ANOVA).

Foram então realizadas análise de variância às variáveis relativas a parâmetros de qualidade dos frutos (grau brix, acidez total, pH, álcool provável, teor de antocianas e teor de polifenóis), parâmetros de produtividade (peso dos bagos, volume de mosto e peso dos cachos), indicadores de *stress* hídrico (potencial hídrico foliar de base e condutância estomática), parâmetros relativos à estrutura e conformação das plantas (altura das cepas até à bifurcação, diâmetro no colo da planta e comprimento dos braços da planta) e parâmetros relativos ao desenvolvimento vegetativo das videiras (número de talões deixados à poda, numero de olhos abrolhados, numero de cachos e numero de sarmentos) (Anexo 1).

Após a análise de variância efetuada a todos estes parâmetros, foi detetada a existência de dados considerados significativamente diferentes e dados cuja diferença significativa não se verificou. Entre estes, posteriormente foi feita uma análise aos dados significativamente diferentes entre as duas estações. Os dados que não apresentaram diferenças significativas, não foram discutidos ao pormenor.

Todas as análises de variância foram realizadas através do VassarStats que se trata de um website para computação estatística.

4 - Resultados e discussão

4.1 - Número de Talões

Em relação ao número de talões não se verificaram diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2, tendo-se obtido um *p-value* de 0,346528. Na estratégia 1 obteve-se um total de 44 talões (média de 6,285 talões por videira) e na estratégia 2 obteve-se um total de 48 talões (6,857 talões por videira). Obteve-se um máximo de 8 talões e um mínimo de 5 talões para a estratégia 1 e um máximo de 9 talões e um mínimo de 6 talões para a estratégia 2 (Quadro 28).

4.2 - Número de olhos deixados à poda

Em relação ao número olhos deixados à poda também não se verificaram diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2 (*p-value*=0,245660). Na estratégia 1 obteve-se um total de 92 olhos deixados à poda (média de 13,1423 olhos deixados por videira) e na estratégia 2 obteve-se um total de 101 olhos deixados à poda (14,4286 olhos deixados por videira). Obteve-se um máximo de 16 e um mínimo de 11 olhos deixados por videira na estratégia 1 e um máximo de 18 e um mínimo de 13 olhos deixados por videira na estratégia 2 (Quadro 29).

4.3 - Número de olhos abrolhados

Em relação ao número olhos abrolhados também não se verificaram diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2 (*p-value*=0,493004). Na estratégia 1 contaram-se 76 olhos abrolhados (média de 10,8571 olhos abrolhados por videira) e na estratégia 2 contaram-se 83 olhos abrolhados (11,8571 olhos abrolhados por videira). Obteve-se um máximo de 14 e um mínimo de 8 olhos abrolhados por videira na estratégia 1 e um máximo de 16 e um mínimo de 7 olhos abrolhados por videira na estratégia 2 (Quadro 30).

4.4 - Número de olhos abrolhados total

Em relação ao número olhos abrolhados total também não se verificaram diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2 (*p-value*=0,171982). Na estratégia 1 obteve-se um total de 159 olhos abrolhados (média de 22,7143 olhos abrolhados por videira) e na estratégia 2 obteve-se um total de 188 olhos abrolhados

(26,8571 olhos abrolhados por videira). Obteve-se um máximo de 33 e um mínimo de 16 olhos abrolhados totais por videira na estratégia 1 e um máximo de 33 e um mínimo de 19 olhos abrolhados totais por videira na estratégia 2 (Quadro 31).

4.5 - Número de sarmentos

Relativamente ao número de sarmentos também não se verificaram diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2 ($p\text{-value}=0,170118$). Na estratégia 1 obteve-se um total de 188 sarmentos (26,8571 sarmentos por videira) e na estratégia 2 obteve-se um total de 226 sarmentos (32,2857 sarmentos por videira). Obteve-se um máximo de 34 e um mínimo de 21 sarmentos por videira na estratégia 1 e um máximo de 45 e um mínimo de 21 sarmentos por videira na estratégia 2 (Quadro 32).

4.6 - Número de cachos

Em relação ao número de cachos mais uma vez não se verificaram diferenças significativas entre os valores recolhidos na estratégia 1 (Quadro 14) e a estratégia 2 (Quadro 15), ($p\text{-value}=0,096120$). Na estratégia 1 obteve-se um total de 257 cachos (média de 36,7143 cachos por videira) e na estratégia 2 obteve-se um total de 210 cachos (30 cachos por videira). Obteve-se um máximo de 47 e um mínimo de 28 cachos por videira na estratégia 1 e um máximo de 35 e um mínimo de 22 cachos por videira na estratégia 2 (Quadro 33).

Quadro 14- Recolha de dados relativos à carga à poda, abrolhamento e fertilidade da estratégia 1.

	TALÕES	OLHOS DEIXADOS	OLHOS ABROLHADOS	OLHOS ABR. TOTAL	SARMENTOS	CACHOS
PLANTA1	6	13	12	23	23	37
PLANTA2	8	16	14	33	34	40
PLANTA3	6	12	10	19	21	28
PLANTA4	6	12	11	23	25	29
PLANTA5	5	11	9	19	22	30
PLANTA6	7	15	12	16	29	46
PLANTA7	6	13	8	26	34	47
	44	92	76	159	188	257

Quadro 15- Recolha de dados relativos à carga à poda, abrolhamento e fertilidade da estratégia 2.

	TALÕES	OLHOS DEIXADOS	OLHOS ABROLHADOS	OLHOS ABR. TOTAL	SARMENTOS	CACHOS
PLANTA1	6	13	10	26	31	22
PLANTA2	7	13	7	31	45	35
PLANTA3	9	18	15	31	34	34
PLANTA4	8	17	16	33	40	32
PLANTA5	6	13	12	25	27	22
PLANTA6	6	13	10	23	28	30
PLANTA7	6	14	13	19	21	35
	48	101	83	188	226	210

4.7 - Altura das cepas até à bifurcação

Relativamente à altura das cepas até à bifurcação também não se verificaram diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2 ($p\text{-value}=0,612782$), (Quadro 34).

4.8 - Diâmetro no colo

O diâmetro no colo foi o primeiro parâmetro no qual se verificaram diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2, para um nível de significância de 0,05 ($p\text{-value}=0,015170$). Na estratégia 1 obteve-se um diâmetro do colo total de 59,2 centímetros (média de 8,4971 centímetros por videira) e na estratégia 2 obteve-se um diâmetro do colo total de 51,8 centímetros (7,4 centímetros por videira). Obteve-se um máximo de 9,2 centímetros e um mínimo de 7,6 centímetros por videira na estratégia 1 e um máximo de 8,3 e um mínimo de 6 centímetros por videira na estratégia 2 (Quadro 35).

4.9 - Soma dos comprimentos dos braços de cada planta

Mais uma vez não se verificaram diferenças significativas entre os dados recolhidos na estratégia 1 (Quadro 16) e na estratégia 2 (Quadro 17). Neste parâmetro obteve-se um nível de significância superior 0.05 ($p\text{-value}= 0,429007$) (Quadro 36).

Quadro 16- Dados relativos à dimensão das videiras da estratégia 1.

PERIMETRO NO COLO (cm)	DIAMETRO NO COLO (cm)	ALTURA CEPA ATÉ BIFURCAÇÃO (cm)	Comprimento Braço (cm)	
			BRAÇO SO	BRAÇO NE
29	9,2	59	45	36
29	9,2	54	43	57
25	8,0	50	40	49
24	7,6	56	42	37
28	8,9	51	52	47
25	8,0	47	35	51
26	8,3	62	39	53
			296	330

Quadro 17- Dados relativos à dimensão das videiras da estratégia 2.

PERIMETRO NO COLO	DIAMETRO NO COLO (cm)	ALTURA CEPA ATÉ BIFURCAÇÃO (cm)	Comprimento Braço (cm)	
			BRAÇO SO	BRAÇO NE
19	6,0	56	49	46
22	7,0	57	37	38
26	8,3	54	30	54
24	7,6	59	40	57
23	7,3	52	38	37
25	8,0	53	37	47
24	7,6	56	46	44
			277	323

4.10 - Percentagem de abrolhamento

Relativamente à percentagem de abrolhamento, não existem diferenças significativas entre as duas estratégias ($p\text{-value}=0,439$) (Quadro 37). A estratégia 1 apresenta uma percentagem de abrolhamento de 173,2 % (Quadro 18) e a estratégia 2 apresenta uma percentagem de abrolhamento de 187,1 % (Quadro 19).

Quadro 18- Percentagem de abrolhamento na estratégia 1.

OLHOS DEIXADOS		OLHOS ABR. TOTAL	%abrolhamento
	X100		
PLANTA1	13	23	176,9
PLANTA2	16	33	206,3
PLANTA3	12	19	158,3
PLANTA4	12	23	191,7
PLANTA5	11	19	172,7
PLANTA6	15	16	106,7
PLANTA7	13	26	200,0
total	92	159	172,8

Quadro 19- Percentagem de abrolhamento na estratégia 2.

OLHOS DEIXADOS		OLHOS ABR. TOTAL	%abrolhamento
	X 100		
PLANTA1	13	26	200,0
PLANTA2	13	31	238,5
PLANTA3	18	31	172,2
PLANTA4	17	33	194,1
PLANTA5	13	25	192,3
PLANTA6	13	23	176,9
PLANTA7	14	19	135,7
total	101	188	186,1

4.11 - Superfície foliar exposta

Em relação à superfície foliar exposta estimada nas duas estratégias em três momentos diferentes do ciclo (Quadro 20), também não se verificaram diferenças significativas, tendo-se obtido um *p-value* de 0,804410 (Quadro 38).

Quadro 20- Superfície foliar exposta ao longo do ciclo.

Data	Altura sebe(cm) Estratégia		Espessura sebe(cm) Estratégia		SFE (m ² /ha) Estratégia	
	1	2	1	2	1	2
-	145	130	95	90	11666,7	10606,1
FLORAÇÃO	145	130	95	90	11666,7	10606,1
APÓS DESPAMPANA	120	115	65	63	9242,4	8878,8
PINTOR	140	145	75	85	10757,6	11363,6

4.12- Potencial hídrico foliar de base

Relativamente ao potencial hídrico foliar de base foram realizadas 9 medições (Quadro 21), obtendo diferenças significativas em apenas 5 das medições. Os dias em que se verificaram diferenças significativas foram:

-18 de Julho

- 3 de Agosto

- 10 de Agosto

-23 de Agosto, 1 dia após uma rega na estratégia 2 e ainda assim a estratégia 2 apresenta maior nível de *stress* hídrico;

- 1 de Setembro 1 dia após uma rega na estratégia 1;

As restantes medições não apresentaram diferenças significativas

Quadro 21- Valores médios do potencial hídrico foliar de base durante o ciclo.

Valores Médios dos Potenciais de base (Bar)			
DATA	Estratégia 1	Estratégia 2	Significância
08/jul	1,68	2,02	n.s
18/jul	2,40	3,62	0,0108
27/jul	2,96	4,80	n.s
03/ago	3,30	5,18	<0,0001
10/ago	3,88	6,58	0,00059
23/ago	3,98	5,40	<0,0001
01/set	4,52	6,16	0,00659
08/set	4,90	5,40	n.s
29/set	5,76	5,30	n.s

4.13- Condutância estomática

Foram também realizadas duas medições da condutância estomática em cada estratégia nos dias 8 e 27 de julho de 2016 (Quadro 22).

Apenas na medição realizada no dia 27 de Julho se verificaram diferenças significativas entre as duas estratégias, obtendo-se um *p-value* de 0,000317.

Obtiveram-se valores médios de 563,7429 mmol.m²s para a estratégia 1 e de 448,6429 mmol.m²s para a estratégia 2 (Quadro 39).

Quadro 22- Valores médios da condutância estomática de cada duas medições realizadas.

08/jul	Valor Médio de duas medições (mmol/cm2)		27/jul	Valor Médio de duas medições (mmol/cm2)	
PLANTA	Estratégia 1	Estratégia 2	PLANTA	Estratégia 1	Estratégia 2
1	323,2	590,6	1	534,9	384,2
2	591,3	457,2	2	610,8	448,6
3	662,5	475,5	3	538,9	515,3
4	526,3	330,6	4	565,5	504,5
5	497,1	680,4	5	543,3	388,4
6	560,7	380,3	6	601,2	423,3
7	551,6	672,1	7	551,6	476,2
Valor Médio	530,4	512,4	Valor Médio	563,7	448,6
Máximo	662,5	680,4	Máximo	610,8	515,3
Mínimo	323,2	330,6	Mínimo	534,9	384,2
Desvio Padrão	105,3	138,3	Desvio Padrão	30,6	52,8
Variância	11097,4	19125,6	Variância	939,2	2791,2

4.14- Antocianas

Relativamente ao teor de antocianas, uma amostra retirada de cada uma das duas estratégias em estudo e analisadas no dia 23 de Setembro não revelaram diferenças significativas, o que possibilita a conclusão de que em relação a este parâmetro qualitativo, as uvas analisadas das diferentes estratégias não diferem significativamente. Obteve-se um *p-value* de 0,636967 (Quadro 40).

4.15 - Polifenóis

No caso do teor de polifenóis também analisado no dia 23 de Setembro com o mesmo número de amostras, acontece o mesmo que na situação anterior. Obtendo-se um *p-value* de 0,851237 pode concluir-se quem em relação a este parâmetro, a qualidade da uva não difere significativamente (Quadro 41).

4.16 - Grau brix

Em relação ao grau brix as amostras retiradas das duas estratégias não apresentam diferenças significativas, apresentando um *p-value* de 0,056653. Apesar de na totalidade do ciclo este parâmetro não revelar diferenças significativas é possível verificar que no fim do ciclo (à data da vindima) a amostra colhida na estratégia 1 apresenta um grau brix (18,5) significativamente inferior ao grau brix da

amostra colhida na estratégia 2 (21,8) o que traduz uma diferença significativa entre a estratégia 1 e a estratégia 2 relativamente a este parâmetro (Quadro 42).

4.17 - Álcool provável

Relativamente ao álcool provável presente nas amostras colhidas quer da estratégia 1 quer da estratégia 2, acontece o mesmo que no parâmetro anterior, em que apenas no fim do ciclo se verificam diferenças importantes entre as duas estratégias. No dia 5 de Outubro de 2016, as uvas da estratégia 1 foram vindimadas com 10,9 % de álcool provável enquanto as uvas da estratégia 2 foram vindimadas com 12,8% de álcool provável, que do ponto de vista da produção de vinhos alentejanos se traduz numa diferença bastante importante mas não significativamente diferente. (Quadro 43). De realçar o aumento muito lento do teor de álcool provável nos primeiros 15 dias em que foi medido e o elevado decréscimo nas últimas duas semanas antes da vindima que pode ser explicado por uma diluição do teor de açúcares provocada pela superior disponibilidade hídrica na estratégia 1.

4.18- pH

A análise variância relativa ao pH mostra que neste caso e mais uma vez, não existem diferenças significativas entre a estratégia 1 e a estratégia 2. O cálculo da ANOVA neste caso forneceu um *p-value* de 0,609035. O valor médio de pH para a estratégia 1 foi de 3,4945 e de 3,5218 para a estratégia 2 durante o ciclo (Quadro 44).

4.19- Peso dos bagos

No parâmetro “peso dos bagos”, neste caso uma amostra de 219 bagos proveniente de cada estratégia no dia 23 de Setembro, verificaram-se que existem diferenças significativas entre cada uma das estratégias (*p-value* =0,000393). O valor do peso dos 219 bagos da estratégia 1 foi de 554,24 g e da estratégia 2 foi de 447 g. Embora relativamente ao número de cachos não se ter verificado uma diferença significativa, é o peso dos bagos que explica a produtividade inferior na estratégia 2 (Quadro 45).

Quadro 23- Resultados das análises laboratoriais relativas à qualidade da vindima na estratégia 1.

ESTRATÉGIA 1				
Amostra	1	2	3	Valor Médio
Nº de Bagos	73	73	73	73
Peso(g)	179,72	185,20	189,32	184,75
Vol.mosto(ml)	95,00	113,00	114,00	107,33
Brix (%)	22,00	22,40	21,70	22,03
Álc. Provável	12,94	13,18	12,76	12,96
pH	3,7	3,71	3,66	3,69
Volume Titulado	2,40	2,50	2,50	2,47
Ac. Total (g/L Ác. Tartárico)	3,6	3,75	3,75	3,7
Alcoól	22,465	23,15	23,665	23,09
Ác. Tartárico	72,535	89,85	90,335	84,24
Abs. Antocianas	0,71	0,69	0,90	0,77
Antocianas (malvidina-3-glucosido)	1089,23	1067,69	1386,15	1181,03
Abs. Polifenóis	0,70	0,65	0,66	0,6687
Polifenóis	69,50	65,30	65,80	66,87

Quadro 24- Resultados das análises laboratoriais relativas à qualidade da vindima na estratégia 2.

ESTRATÉGIA 2				
Amostra	4	5	6	Valor Médio
Nº de Bagos	73	73	73	73
Peso(g)	145,80	151,60	149,60	149,00
Vol.mosto(ml)	84,00	93,00	90,00	89,00
Brix (%)	22,10	22,30	22,00	22,13
Álc. Provável	13,00	13,12	12,94	13,02
pH	3,73	3,76	3,67	3,72
Volume Titulado	2,30	2,30	2,40	2,33
Ac. Total (g/L Ác. Tartárico)	3,45	3,45	3,6	3,5
Alcoól	18,225	18,95	18,7	18,625
Ác. Tartárico	65,775	74,05	71,3	70,375
Abs. Antocianas	0,85	0,78	0,78	0,80
Antocianas (malvidina-3-glucosido)	1313,85	1204,62	1192,31	1236,92
Abs. Polifenóis	0,73	0,63	0,66	0,6747
Polifenóis	72,90	63,10	66,40	67,47

Quadro 25- Evolução dos valores de brix, pH, e álcool provável durante o ciclo.

data	indicador	Estratégia 1 (Sector 3)	Estratégia 2 (Sector 6.3)
31/ago	brix	17,9	18,2
	pH	3,3	3,34
	%alc.	10,5	10,7
02/set	Brix	18,2	18,7
	pH	3,35	3,38
	%alc.	10,7	11
05/set	Brix	19,0	19,6
	pH	-	-
	%alc	11,2	11,5
07/set	brix	19,6	19,9
	pH	3,39	3,41
	%alc.	11,5	11,7
09/set	brix	18,9	19,4
	pH	3,46	3,49
	%alc.	11,1	11,4
12/set	brix	19,7	20,4
	pH	3,54	3,56
	%alc.	11,6	12
14/set	brix	18,9	19,4
	pH	3,47	3,5
	%alc.	11,2	11,6
16/set	brix	18,9	19,4
	pH	3,45	3,46
	%alc.	11,1	11,4
19/set	brix	19,4	20,2
	pH	3,55	3,59
	%alc.	11,4	11,9
21/set	brix	20,2	21,3
	pH	3,65	3,67
	%alc.	11,9	12,5
23/set	brix	22,03	22,20
	pH	3,69	3,72
	%alc.	12,96	13,06
26/set	brix	19,4	21,9
	pH	3,59	3,62
	%alc.	11,4	12,9
05/out	brix	18,5	21,8
	pH	-	-
	%alc.	10,9	12,8

4.20- Produtividade

A produtividade obtida foi de 22,8 toneladas/hectare na estratégia 1 e de 15,4 toneladas/hectare na estratégia 2. Entre as duas estratégias existem diferenças significativas, tendo-se obtido um *p-value* de 0,036606 (Quadro 46). Em termos de peso médio do cacho, os cachos de uma videira da estratégia 1 (Quadro 26) pesam cerca de mais 2,5 kg do que os cachos de uma videira da estratégia 2 (Quadro 27).

Quadro 26- Quadro relativo à produtividade final da estratégia 1.

Estrategia 1				
Planta	Nº Cachos	Peso (kg)	Peso por cacho (g)	Produtividade (ton/ha)
1	37	9,73	263,0	29,5
2	40	7,57	189,3	22,9
3	28	7,03	251,1	21,3
4	29	4,45	153,4	13,5
5	30	5,58	186,0	16,9
6	46	7,3	158,7	22,1
7	47	11,07	235,5	33,5
Total	257	52,73	-	52,73
Média	36,7	7,5	205,3	22,8
D. Padrão	8,0	2,3	44,4	-
CV	22%	30%	22%	-

Quadro 27- Quadro relativo à produtividade final da estratégia 2.

Estrategia 2				
Planta	Nº cachos	Peso (kg)	Peso por cacho (g)	Produtividade (ton/ha)
1	22	4,16	189,1	12,6
2	35	6,88	196,6	20,8
3	34	5,77	169,7	17,5
4	32	5,81	181,6	17,6
5	22	2,6	118,2	7,9
6	30	3,77	125,7	11,4
7	35	6,52	186,3	19,8
Total	210	-	-	35,51
Média	30,0	5,1	166,7	15,4
D. Padrão	5,7	1,6	31,7	-
CV	19%	31%	19%	-

4.21- Balanço hídrico

No caso da estratégia 1, foram construídas duas simulações de balanço hídrico em que se verificou que na primeira simulação, caso a planta não extraísse água em profundidade, o teor de água no solo atingiria o coeficiente de emurchecimento (neste caso o limite inferior da fração transpirável), o que causaria o emurchecimento da planta, mantendo-se nesse estado de forma permanente (Figura 26).

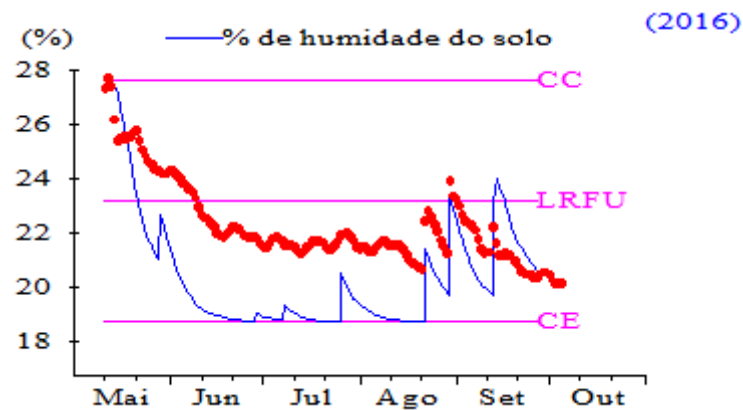


Figura 26 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a vermelho) da estratégia 1, sem “ascensão capilar”.

Na segunda simulação testou-se a possibilidade da planta ter extraído um valor de 6mm/dia de água do solo em profundidade e verificou-se que esse valor seria compatível com os valores do teor de água no solo fornecidos pela sonda (Figura 27).



Figura 27 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a vermelho) da estratégia 1, com valor de “ascensão capilar” de 6 mm/dia.

Fonte: ISAREG

No caso da estratégia 2 foram realizadas três simulações de balanço hídrico. No primeiro caso, considerou-se a não existência de ascensão capilar, o que se verificou, tal como na estratégia 1, que causaria o emurchecimento permanente da planta, como se pode verificar na figura 28.

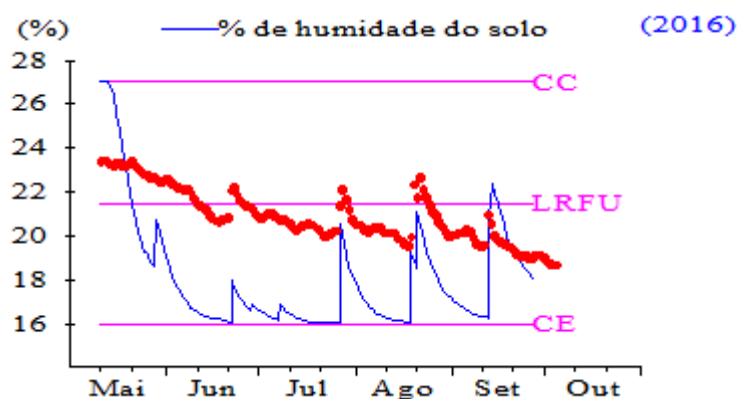


Figura 28 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a vermelho) da estratégia 2, sem “ascensão capilar”.

Fonte: ISAREG

No segundo caso, testou-se, tal como na estratégia 1, a possibilidade da planta ter extraído 6mm/dia de água pelas raízes profundantes, o que, como se pode verificar na figura 29, se mostra relativamente compatível com o teor de água no solo fornecido pelos dados da sonda.



Figura 29 - Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a vermelho) da estratégia 2, com valor de “ascensão capilar” de 6 mm/dia.

Fonte: ISAREG

Contudo, e numa tentativa de melhor ajustar o modelo ao caso da estratégia 2, testou-se a possibilidade de uma extração por parte da planta de 8mm/dia de água. Neste caso verificou-se que a curva relativa ao teor de água no solo se ajustava melhor aos dados fornecidos pela sonda (Figura 30).

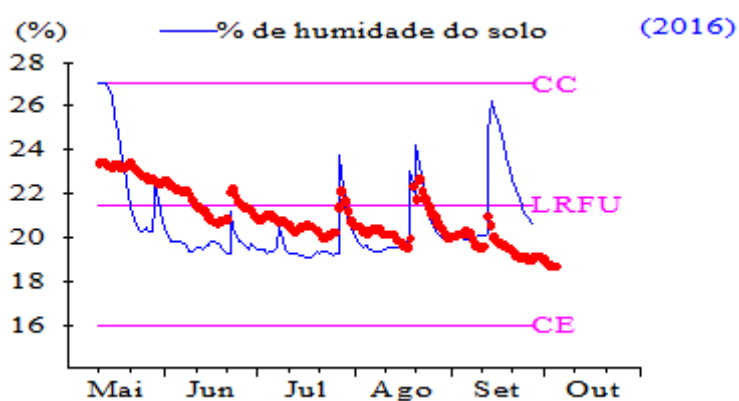


Figura 30 – Variação da percentagem de humidade do solo (linha azul) vs dados obtidos pela sonda (pontos a vermelho) da estratégia 2, com valor de “ascensão capilar” de 8 mm/dia.

Fonte: ISAREG

5- Conclusões

O objetivo desta dissertação era essencialmente comparar as diferenças de produtividade e qualidade das uvas entre dois locais onde se levariam a cabo duas estratégias de rega diferentes comprovando os benefícios da utilização de sondas capacitivas na rega de uma vinha em pleno Alentejo. Não foi possível, contudo, alcançar os resultados a que este trabalho se propunha, isto é, resultados positivos da estratégia 2 em relação à estratégia 1 por diversas razões, como veremos adiante.

Conclui-se que após a realização de diversos testes de comparações-ANOVA-raramente se encontram diferenças significativas entre os parâmetros da estratégia 1 e os parâmetros da estratégia 2.

De todos os parâmetros que foram sujeitos a comparação, apenas se verificaram diferenças significativas em relação ao diâmetro médio no colo, sendo superior na estratégia 1 (+1,057cm) e em algumas medições do potencial hídrico foliar de base tendo sido elas:

- 18 de Julho (superior na estratégia 2 em 0,34 bar)
- 3 de Agosto (superior na estratégia 2 em 1,88 bar)
- 10 de Agosto (superior na estratégia 2 em 2,7 bar)
- 23 de Agosto (superior na estratégia 2 em 1,42 bar)
- 1 de Setembro (superior na estratégia 2 em 1,64 bar)

Pode concluir-se que a diferença de produtividades pode estar em parte relacionada com o *stress* hídrico existente, comprovado pelos resultados obtidos. De realçar o dia 23 de Agosto, 1 dia após uma rega na estratégia 2, em que ainda assim esta apresentou valores mais negativos de potencial hídrico foliar de base. Para reforçar esta ideia verificaram-se também diferenças significativas nos valores de condutância estomática obtidos no dia 27 de Julho em que o valor médio de duas medições da condutância estomática foi inferior na estratégia 2 (-115,1 mmol/cm²). Assim conclui-se que mesmo apesar das regas na estratégia 2 terem sido superiores, o seu nível de *stress* hídrico foi quase sempre superior (à exceção do dia 29 de setembro).

Relativamente aos parâmetros de qualidade do fruto não se verificaram diferenças significativas relativas ao teor de antocianas, polifenóis e pH. Já em relação ao grau brix e ao teor de álcool provável não se verificaram diferenças significativas tendo-se obtido contudo um *p-value* muito próximo de comprovar a existência de

diferenças significativas. Daí se terem valores significativamente diferentes nestes parâmetros bastante importantes do ponto de vista enológico, tendo sido favoráveis no caso da estratégia 2 no final do ciclo (12,8 % álc. ao contrário dos 10,9 % álc. das uvas da estratégia 1).

Foi no parâmetro do peso dos bagos que se verificaram importantes diferenças significativas explicadas pela menor disponibilidade hídrica na estratégia 2 que causou uma redução do tamanho dos bagos refletindo-se numa diminuição da sua produtividade (diferença de 7,4 ton/ha).

Relativamente ao balanço de água no solo e partir do gráficos obtidos a partir do ISAREG pode concluir-se que as sondas sobrestimam o teor de água no solo mas que é possível compreender o comportamento hídrico no perfil do solo em qualquer uma das estratégias.

O contraste entre os dados da percentagem de humidade no solo registados pela sonda e previstos pelo modelo originou duas curvas com uma tendência semelhante mas com desfasamento entre elas, o que permite concluir que existiu de facto extração de água do solo por parte das raízes profundantes (que se assumiu como ascensão capilar).

Caso não existisse essa extração por parte das raízes e como se pode verificar nos gráficos em que se considerou ascensão capilar =0, o desfasamento entre as duas curvas presentes nos gráficos obtidos tornar-se-ia muito elevado.

Assim, pode concluir-se que as videiras da estratégia 1 extraíram ao longo do ciclo cerca de 6 mm/ dia de água do perfil de solo o e que as videiras da estratégia 2 extraíram cerca de 8 mm/dia de água do perfil do solo ao longo do ciclo.

Podem-se então tirar diversas conclusões. Foi possível concluir que de facto, na vinha velha da Herdade de Comenda Grande há muito pouco para fazer no que diz respeito à gestão da rega. Trata-se de uma vinha que foi muito pouco regada ano após ano devido ao limitado armazenamento de água em barragem própria. Por esta razão o sistema radicular das videiras teve a tendência de se desenvolver em profundidade de maneira a satisfazer as necessidades hídricas das plantas. Assim o volume de solo explorado pelas raízes, quer na estratégia 1 como na estratégia 2 é enorme sendo contudo superior na estratégia 1 devido à constituição do solo como foi visto permitindo uma maior facilidade de obtenção de água em profundidade por parte das videiras da estratégia 1. O enorme volume de solo explorado pelas raízes pode ser considerado positivo do ponto de vista da elevada adaptação das plantas a

condições adversas, já que estas vão procurar água a uma maior profundidade. Do ponto de vista do controlo de processos, o volume de solo explorado pelas raízes pode considerar-se negativo, já que pouco ou nada há a fazer para controlar o fornecimento adequado de água à planta e assim controlar a qualidade dos frutos.

Relativamente ao ciclo 2016/2017, a primavera foi bastante chuvosa, o que contribuiu para uma elevada disponibilidade de água em profundidade, acentuando assim a dificuldade no controlo de processos, tendo-se verificado o esgotamento da reserva hídrica apenas no final do ciclo. No final do ciclo pode observar-se um aumento da percentagem de humidade no solo prevista pelo modelo, após a última rega, que a sonda não detetou, o que leva a presumir que o modelo na considera o esgotamento da reserva útil continuando a adicionar água por “ascensão capilar”. O aumento do teor de água no solo no final do ciclo deveu-se também à sobreposição entre a precipitação ocorrida na estação meteorológica da mitra mas que não se verificou na Herdade da comenda grande, tendo sido realizada, no mesmo dia, uma rega na vinha.

Nesta exploração seria, contudo interessante repetir os ensaios tendo em conta um maior número de repetições, isto é, com recurso a um maior número de sondas com vista a existir um maior número de amostragens e assim verificar se o mesmo acontece em toda a vinha e se a distribuição radicular é semelhante. Seria também bastante importante adquirir sondas com um comprimento superior, adequadas à profundidade radicular das videiras da vinha velha que não foi o caso nesta dissertação já que as sondas foram emprestadas e eram as únicas disponíveis. Relativamente às sondas utilizadas neste trabalho pode concluir-se que se revelaram insuficientes no que diz respeito ao seu comprimento, o que teria sido remediável caso houvesse informação prévia acerca da profundidade do sistema radicular. No caso da estratégia 1 e com uma profundidade radicular de cerca 1,10 m, a sonda não obteve informação acerca de mais de metade do perfil do solo. No caso da estratégia 2, aconteceu o mesmo com a diferença na profundidade radicular (cerca de 0,8 m). De realçar que para a realização desta dissertação as sondas foram emprestadas e eram as únicas disponíveis.

Uma importante conclusão a tirar desta dissertação, é a importância da realização prévia de análises de solo e se possível da abertura de perfis em qualquer ensaio já que o solo é a base de todo o sistema e de forma a existir um termo de comparação fiável entre quaisquer parâmetros relacionados com o solo antes de se fazer uma análise comparativa. Este foi de facto o fator que tornou difícil a

comparação das duas estratégias de rega. Neste trabalho foi possível concluir que a estrutura, constituição e grau de compacidade do solo da estratégia 1, promoveram tanto o número e tamanho de raízes presentes no perfil, tal como a sua profundidade quando comparado com a estratégia 2. Assim se conclui, com o apoio do professor Nuno Cortez, que o volume de solo explorado por parte das raízes das videiras da estratégia 1 é bastante superior ao volume de solo explorado pelas raízes das videiras da estratégia 2, verificando-se uma maior facilidade de obtenção de água em profundidade por parte das videiras da estratégia 1.

6- Referências bibliográficas

- Acevedo, C., Ortega-Farías, S., Hidalgo, C., Moreno, Y. e Córdova, F. (2005). Efecto de Diferentes Niveles de Agua Aplicada en Post-Cuaja y en Post-Pinta Sobre la Calidad del Vino cv. Cabernet Sauvignon. *Agricultura Técnica*, 65 (4): pp. 397-410.
- Afonso, J. (1996)-.Influência da intensidade da desfolha na ecofisiologia e produtividade da videira (*Vitis vinífera* L.). Dissertação de mestrado. Universidade do Porto, Faculdade de ciências; Universidade técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, pp. 131.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., e Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. *Irrigation and Drainage Paper No. 56*, FAO, (56), pp.300. disponível em <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.12.001>.
- AQUAGRI (2016). Equipamentos. Disponível em <http://www.aquagri.com/site/index.php/pt/equipamentos/sentek-sensor-technologies> acedido a 12 de Outubro de 2016.
- Baeza, P.; Sanchez-De-Miguel, P. e Lissarrague, J.R (2010). Radiation balance in vineyards. Em: Delrot et al (eds), *Methodologies and Results in Grapevine Research*, , Springer, London, pp. 21-29.
- Baeza, P., Sotes, V., Ruiz, C., Bartolomé, M. e Lissarague, J. (1993). Seasonal variation of sunlight interception in grapevine training systems. *GESCO, Compte Rendu nº6*:pp.144-146.
- Baptista, P., Pereira, E., Tavares, R. e Lino-Neto, T. (2011). Workshop Agroecologia e Desenvolvimento. *Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável*, Livro de actas, pp.88.
- Bergqvist J., Dokoozlian N. e Ebisuda N. (2001) Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture* 52(1): 1-7
- Bergonci, J. I., Bergamaschi, H., Berlato, M. A., e Santos, A. O. (2000). Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 35(8), pp. 1531–1540.

- Bota J., Flexas J. e Medrano H. (2001). Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars. *Annals of Applied Biology* 138: 353-361.
- Bravdo, B., Hepner, Y., Loinger, C., Cohen, S. e Tabacman, H. (1985). Effect of crop level and crop load on growth, yield, composition and Wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.*, 36: pp.125-131.
- Carbonneau, A. e Casteran, P. (1979). Irrigation-depressing effect on floral initiation of Cabernet Sauvignon grapevines in Bordeaux area. *Am. J. Enol. Vitic.*, 30 (1): pp. 3-7.
- Cardoso, J. C.(1965)-Os solos de Portugal – Sua Classificação, Caracterização e Génese. 1- A sul do rio Tejo. Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção geral dos serviços agrícolas. Lisboa. pp. 310.
- Champagnol, F. (1984). *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture general*. p.354 . Ed. Auteur, Montpellier.
- Champagnol, F. (1989). Maîtrise des rendments e qualité. *Progrés Agricole e Viticole*, 106, N°4, pp. 91- 98.
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J.M., Medrano, H. e Flexas, J. (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.): An open gate to improve water-use efficiency?. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106 (2-3): 159-170. pp.56.
- Corrêa, M. A. R. (2016). Influência da desfolha precoce no ciclo vegetativo e reprodutivo da casta “ Aragonez ” Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia, Instituto Superior de Agronomia, pp. 68.
- Costa, G. F. Da, e Marengo, R. a. (2007). Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). *Acta Amazonica*, 37(2), pp. 229–234.
- Cunha, M. (2008). Gestão da água e fertilização. disponível em <http://www.hubel.pt/artec/detalhes.php?id=25&empresa=21> e acedido a 2 de Dezembro de 2016.
- Deloire, A. (2010). Berry development - An overview. *Wynboer Technical Yearbook*, pp.104–119.

- Elfving, D.C., Kauffmann, M.R. e Hall, A.E. (1972). Interpreting leaf water potential measurements with a model of the soil-plant-atmosphere continuum. *Physiologia Plantarum*, 27: pp.161–168
- Ferreira, R.E., Sellés, G., Peralta, J., Burgos, L. e Valenzuela, J.,(2002). Efectos de la restricción del riego en distintos períodos de desarrollo de la vid cv. Cabernet sauvignon sobre producción y calidad del vino. *Agricultura Técnica*, 62(3):406-417.
- Filipe, A., e Palma, J. (2014). Efeito da rega deficitária na fisiologia , crescimento vegetativo , produção e qualidade da uva , casta Touriga Nacional (*Vitis vinifera* L), Dissertação para obtenção para o grau de mestre em Viticultura e Enologia, Instituto Superior de Agronomia, pp. 70.
- Flexas, J., Bota, J., Cifre, J., Escalona, J.M., Galmés, J., Gulías, J., Lefi, E.-K., Martínez- Cañellas, S.F., Moreno, M.T., Ribas-Carbó, M., Riera, D., Sampol, B.e Medrano, H. (2004). Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management. *Ann. appl. Biol.*, 144: 273-283.
- Francisco, S. S., Souza, L. S. B. De, Silva, T. G. F. e Silva, A. P. G. (2004). Índice de área foliar da videira sob cobertura plástica no Submédio São Francisco, pp. 5.
- García-Orellana, Y., Ruiz-Sánchez, M.C., Alarcón, J.J., Conejero, W., Ortuño, M.F., Nicolás, E. e Torrecillas, A. (2007). Preliminary assessment of the feasibility of using maximum daily trunk shrinkage for irrigation scheduling in lemon trees. *Agricultural Water Management*, 89: 167–171.
- Gaudillere, J., Robin, J., Pieri, P., Valancogne, C. e Berti, M. (2001). Effects of the soil reflectance on berry growth and composition in the Bordeaux vineyard. *GESCO, Compte Rendu n°12 :1*: 259-265, Montpellier.
- Girona J. (2005). Analisis de la repuesta de la vina a la aplicacion de la tecnica de partial rootzone drying (PRD). Station Régionale ITV Midi-Pyrénées, L'innovation en viticulture/enologie, pp. 18-24.
- Goode, J.E. e Higgs, K.H. (1973). Water, osmotic and pressure potential relationships in apple leaves. *Journal of Horticultural Science*, 48: pp. 203–215.

- Gomes, M. P., Silva, A. A., 1962. Um novo diagrama triangular para a classificação básica da textura do solo. *Garcia da Orta* 10: 171–179.
- Grave, J. C. S. de B. (2013). Efeitos Da Desfolha E Monda De Cachos No Rendimento E Qualidade Da Uva E Do Vinho Na Casta Merlot. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia, Instituto Superior de Agronomia, pp. 83.
- Haselgrove, L., Botting, D., Heeswijck, R., Hoj, P., Dry, P., Ford, C. e Iland, P. (2000). Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6: pp. 141-149
- Hidalgo, L. (2002). *Tratado de Viticultura General*, Mundi Prensa Libros S.A, 3a edicion, pp. 775- 792. Madrid.
- IPMA. (2016). Boletim Climatológico Junho 2016, 1–3, disponível em <http://www.ipma.pt/>, acedido a 25 de Outubro de 2016
- IPMA. (2016). Boletim climatológico Julho 2016, 1–3, disponível em <http://www.ipma.pt/>, acedido a 25 de Outubro de 2016
- IPMA. (2016). Boletim Climatológico Agosto 2016, 1-3, disponível em <http://www.ipma.pt/>, acedido a 25 de Outubro de 2016
- IPMA. (2016). Boletim Climatológico Setembro 2016, 0–13, disponível em <http://www.ipma.pt/>, acedido a 25 de Outubro de 2016
- IPMA. Boletim Climatológico disponível em <http://www.ipma.pt/>, acedido em Outubro de 2016
- Jackson, R.D. (1982). Canopy temperature and crop water stress. *Advances in Irrigation Research*, 1:pp. 43-85.
- Karlsson, P, (2013), BKWine Magazine. The world's grape growing (vineyard) surface area 2000-2012, disponível em <http://www.bkwine.com/features/winemaking-viticulture/worlds-grape-growing-vineyard-acreage/>, acedido a 21 de Dezembro de 2016.
- Katerji, N. e Hallaire, M. (1984). Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. *Agronomie*, Paris, v. 4, n.10, p.999-1008.
- Kennedy, B. Y. J. (2002). Understanding grape berry development. Department of

- food Science & Technology, Oregon State University, Corvallis, OR, USA, pp. 1.
- Klepper, B. (1968). Diurnal pattern of water potential in woody plants. *Plant Physiology*, 43: 1931–1934
- Knipling, E.B. (1967). Measurement of leaf water potential by the dye method. Department of botany, Duke University, Durham, N. C. *Ecology*, 48: 1038–1041.
- Koundouras, S., Marinos, V., Gkouliti, A., Kotseridis, Y. e Van Leeuwen, C. (2006). Influence of Vineyard Location and Vine Water Status on Fruit Maturation of Nonirrigated Cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on Wine Phenolic and Aroma Components. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 5077-5086.
- Matthews, M.A., Ishii, R., Anderson, M.M., O'Mahony, M. (1990). Dependence of Wine sensory attributes on vine Water status. *J. Sci. Food Agri.*, 51: 321-335.
- Lopes, C.M.A (1994). Influência do sistema de condução no microclima do coberto, vigore produtividade da videira (*Vitis vinifera* L.). Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, pp. 205 .
- Lopes, C. M. A. (2008). Rega da vinha. Rega Da Vinha. CBAA, Instituto Superior de Agronomia/Universidade Técnica de Lisboa pp.1–8.
- Lopes, C. M. A. (2012). A poda da videira, textos de apoio às aulas. CBAA, Instituto Superior de Agronomia/Universidade Técnica de Lisboa pp.16.
- Lopes, C. M., Andrade, I., Pedroso, V., e Martins, S. (2004). Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta jaen. *Ciência E Técnica Vitivinícola*, 19(2), pp. 61–75.
- Lopes, C., Santos, T., Monteiro, A., e Chaves, M. (2007). Técnicas Para Manipulação Do Vigor Da Videira E Da Qualidade Da Uva : Rega Deficitária E Enrelvamento Da Vinha. pp.10.
- Magalhães, N. (2008) Tratado de Viticultura. A videira, a vinha e o terroir.. Chaves Ferreira Publicações, S.A. pp. 608.
- Murisier, F. (1996). Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité duraisin et accumulation des glucides de reserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Tese de doutoramento da Escola Politécnica de Zurique. pp.132.

- Myburgh, P.A. (2003). Responses of *Vitis vinifera* L. cv. Sultanina to water deficits during various pre- and post-harvest phases under semi-arid conditions. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 24 (1): pp. 25-33.
- One-Way ANOVA, disponível em <http://vassarstats.net/anova1u.html>, acedido em Novembro de 2016
- Ojeda, H.(2001).- Bases ecophysiológicas et choix techniques dans la gestion de l'eau dans les vignobles d'Argentine, pp.75-86.
- Pagan Rubio, E. (2012). Uso de Indicadores del Estado Hídrico de la Planta para la Optimización del Riego en Cultivos Leñosos, pp.185.
- Pereira, L. S. (2004). Necessidades de Água e Métodos de Rega. Lisboa: Publ. Europa-América, pp. 313
- Petillo, M. G. e Castel, J. R. (2007).Water balance and crop coefficient estimation of a citrus orchard in Uruguay. *Spanish Journal of Agricultural research*, pp. 232-243.
- Pinto, M. (2015). Viticultura de Precisão : Avaliação da variabilidade espacial da produtividade e qualidade na casta Touriga Nacional no Alentejo Mariana Cavaca de Oliveira Pinto Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Viticultura e Enologia, pp. 97.
- Pombeiro, J. M. e Barroso, L. (2010). Técnicas culturais importantes para orientar a produtividade e a qualidade da vitivinicultura no Alentejo, ICAAM – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, pp13.
- PMS Instrument Company, Model 670: Pressure Chamber, disponível em <http://www.pmsinstrument.com/products/model-670-pressure-chamber-instrument> acedido a 16 de Dezembro de 2016
- Ramos, T. B., Gonçalves, M. da C., e Pereira, L. S. (2016). INIAV. Características de retenção de água no solo para utilização na rega das culturas, disponível em: http://www.iniaiv.pt/fotos/editor2/manual_caracteristicas_retencao_agua_solo.pdf, acedido a 25 de Novembro de 2016
- Reich, P.B. e Hinckley, T.M. (1989). Influence of pre-dawn water potential and soil-to-leaf hydraulic conductance on maximum daily leaf diffusive conductance in two oak species. *Ecology*, New York, pp. 719 726.

- Reynolds, A., Price, S., Wardle, D. e Watson B. (1994). Fruit environment and crop level effects on Pinot Noir. Vine performance and Fruit composition in the British Columbia. Am. J. Enol. Vitic. 45, pp.452-459.
- Reynolds, A.G., Wardle, T., Hall, J.W., e Dever, M (1995). Fruit maturation of four *Vitis vinifera* L. cultivares in response to vineyard location and basal leaf removal. American Journal of Enology and Viticulture., 46 (4),pp. 542-558.
- Sánchez-Blanco, M.J., Alarcón, J.J., Planes, J. e Torrecillas, A. (1994). Differential flood stress resistance of two almond cultivars based on survival, growth and water relations as stress indicators. Journal of Horticultural Science, 69: pp. 947– 953
- Santos, R.F. e Carlesso, R. (1998). Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. R. Bras. Eng. Agric. Amb., 2: pp.287-294.
- Secção de agricultura do Instituto Superior de Agronomia, disponível em agricultura.isa.utl.pt/agribase_temp/solos/smpmnc.htm acedido a 17 de Outubro de 2016
- Shahidian, S. (2013). Gestão da água no Regadio. Hidrologia Agrícola,pp. 225–243.
- Shaulis, N.J., Amberg, H., Crowe,D. (1966).Response of Concord grapes to light, exposure, and Geneva Double Curtain training. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, v. 89, p. 268-280.
- Sinclair, T.R. e Ludlow, M.M. (1986). Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. Aust. J. Plant Physiol., 13:319-340.
- Smart, R.E e Robinson, M. (1991). Sunlight into wine. A Handbook for winegrape canopy management. Winetitles. Adelaide, 88 pp.
- Smart, R.E.e Robinson, M.D. (1992). Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. Winetitles, 2nd ed., Underdale, 89 pp
- Teixeira, J.L. (1994). Guia do utilizador do programa ISAREG. DER/ISA, Lisboa, pp. 70.
- Teixeira, A. H. de C., e Lima Filho, J. M. P. (1997). Relações entre o índice de área foliar e radiação solar na cultura da videira. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 5(2), p.143 -146.

Viana, N. A. (2016). A História da vinicultura Portuguesa, disponível em <http://winelicious.pt/?p=4113>, acedido a 20 de Dezembro de 2016.

Wample, R. (2001). Grapevine water relations. Central Coast Viticulture and Enology Issues Conference, pp. 62-70.

Wine business, home page for the wine industry, disponível em <https://www.winebusiness.com/unifiedguide/2013/?go=getProduct&productId=3108> acedido a 5 de Janeiro de 2017

7- Anexos

Anexo 1 - Quadro resumo da ANOVA - Diferenças significativas entre as estratégias relativas aos dados recolhidos no campo.

Casta	Estratégia	Carga à poda	Nº de Sarmentos	Nº de Talões	Altura da cepa (cm)	Nº de olhos abrolhados	Diâmetro do Colo (mm)	Nº de Olhos abrolhados totais	Soma dos comprimentos dos Braços (m)	Nº de Cachos	Peso médio do bago (g)	Peso dos cachos (kg)
Alicante Bouschet	1	13,14	26,86	6,23	54,14	10,86	84,571	22,71	6,26	36,71	2,53	7,53
Alicante Bouschet	2	14,43	32,23	6,86	55,29	11,86	74	26,86	6,00	30	2,04	5,07
Significância		n.s.	n.s.	n.s.	n.s	n.s	*	n.s	n.s.	n.s	***	*

n.s.- não significativo. *, **, *** - significativo para $p\text{-value} < 0,05, 0,01, 0,001$ respetivamente

Anexo 2 - Quadro relativo à análise de solo realizadas no instituto superior de agronomia.

	Profundidade	A.G	A.F	L	A	Total	N	N	M.O.	C	Corg	Terra Fina	EG	Terra total	Terra Fina	EG	P	K	pH	(KCl)
dez/16	cm	%	%	%	%	%	%	g kg ⁻¹	%	%	g kg ⁻¹	g	g	g	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g g ⁻¹	g g ⁻¹	(H ₂ O)	1M
ESTRATÉGIA 1	0 a 10	35,75	28,97	14,67	20,61	100,00	0,06	0,65	1,21	0,70	7,05	603,20	30,78	633,98	951,45	48,55	21,21	56,47	6,70	4,80
	10 a 20	34,90	28,08	12,79	24,24	100,00	0,05	0,48	0,95	0,55	5,50	679,15	31,42	710,57	955,78	44,22	15,65	54,07	6,73	4,50
	20 a 40	38,15	26,31	13,24	22,30	100,00	0,03	0,27	0,55	0,32	3,21	673,93	16,44	690,37	976,19	23,81	9,29	33,15	6,50	3,87
	50 a 60	45,84	23,05	12,06	19,06	100,00	0,01	0,12	0,07	0,04	0,39	726,80	27,61	754,41	963,40	36,60	10,13	16,18	7,06	3,94
ESTRATÉGIA 2	0 a 10	35,86	33,21	12,85	18,08	100,00	0,05	0,51	0,85	0,49	4,92	684,56	37,93	722,49	947,50	52,50	10,61	71,07	6,68	4,87
	10 a 20	36,55	29,99	11,10	22,36	100,00	0,04	0,43	0,76	0,44	4,41	711,04	18,74	729,78	974,32	25,68	20,05	29,20	6,19	4,16
	20 a 40	30,35	25,77	14,63	29,25	100,00	0,04	0,43	0,60	0,35	3,49	732,31	16,80	749,11	977,57	22,43	2,70	131,30	6,21	4,01
	50 a 60	31,79	24,06	4,66	39,49	100,00	0,03	0,31	0,39	0,23	2,26	615,95	9,94	625,89	984,12	15,88	4,21	57,63	6,62	4,15

Anexo 3 - Quadro relativo às análises de solo realizadas pelo LAGRA.

out/16	Areia	L	A	Total	CaCo3	N	M.O.	C	P	K	Na	Mg	Ca	B	Cond.Eléctrica	pH	C/N	Ca/Mg	K/Mg
AMOSTRA	%	%	%	%	%	mg kg ⁻¹	%	%	mg kg ⁻¹	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	mg/kg	μS/cm	(H ₂ O)	-	-	-
ESTRATÉGIA1	63,00	14,00	23,00	100,00	<0,1	832,00	1,11	0,27	16,90	0,29	0,32	8,97	17,00	<0,2	91,6	7,40	7,76	1,90	0,03
ESTRATÉGIA2	66,00	14,00	20,00	100,00	<0,1	537,00	0,74	0,28	14,20	0,26	0,32	3,34	9,28	<0,2	96,9	7,60	7,97	2,78	0,08
					Baixo	Muito Baixo	Pobre	Não Calcário	Correto	Muito baixo				Muito baixo	Não salino	Ligeiramente básico	Baixa	Nenhuma	Nenhuma
					Baixo	Muito Baixo	Muito Pobre	Não Calcário	Correto	Muito baixo				Muito baixo	Não salino	Ligeiramente básico	Baixa	Adequada	Adequada

Anexo 4 – Quadro relativo à classificação dos diferentes horizontes do solo e estimativa do teor de água do solo correspondente à capacidade de campo e ao coeficiente de emurchecimento de acordo com o triângulo textural.

	Profundidade	A.G	A.F	AREIA (soma)	L	A	CLASSIFICAÇÃO	Capacidade de Campo (médio)	Coef.Emurchecimento (médio)
dez/16	cm	%	%	%	%	%	Triangulo Textural	cm ³ / cm ³	cm ³ / cm ³
ESTRATÉGIA 1	0 a 10	35,75	28,97	64,72	14,67	20,61	Franco-argilo-arenoso	0,279	0,187
	10 a 20	34,90	28,08	62,98	12,79	24,24	Franco-argilo-arenoso	0,279	0,187
	20 a 40	38,15	26,31	64,47	13,24	22,30	Franco-argilo-arenoso	0,279	0,187
	50 a 60	45,84	23,05	68,89	12,06	19,06	Franco-arenoso	0,278	0,104
ESTRATÉGIA2	0 a 10	35,86	33,21	69,07	12,85	18,08	Franco-arenoso	0,278	0,104
	10 a 20	36,55	29,99	66,54	11,10	22,36	Franco-argilo-arenoso	0,279	0,187
	20 a 40	30,35	25,77	56,12	14,63	29,25	Franco-argilo-arenoso	0,279	0,187
	50 a 60	31,79	24,06	55,85	4,66	39,49	Argilo-arenoso	0,256	0,17

Anexo 5 - Quadros relativos às ANOVAS realizadas

Quadro 28 - ANOVA relativa ao número de talões deixados à poda.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	44	48				92
Mean	6.2857	6.8571				6.5714
ΣX^2	282	338				620
Variance	0.9048	1.4762				1.1868
Std.Dev.	0.9512	1.215				1.0894
Std.Err.	0.3595	0.4592				0.2912

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	1.1429	1	1.1429	0.96	0.346528	
Error	14.2857	12	1.1905			
Ss/Bl						Graph Maker
Total	15.4286	13				

Quadro 29 - ANOVA relativa ao número de olhos deixados à poda.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	92	101				193
Mean	13.1429	14.4286				13.7857
ΣX^2	1228	1485				2713
Variance	3.1429	4.619				4.0275
Std.Dev.	1.7728	2.1492				2.0069
Std.Err.	0.6701	0.8123				0.5364

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	5.7857	1	5.7857	1.49	0.245660	
Error	46.5714	12	3.881			
Ss/Bl						Graph Maker
Total	52.3571	13				

Quadro 30 - ANOVA relativa ao número de olhos abrolhados.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					Total
	1	2	3	4	5	
N	7	7				14
ΣX	76	83				159
Mean	10.8571	11.8571				11.3571
ΣX^2	850	1043				1893
Variance	4.1429	9.8095				6.7088
Std.Dev.	2.0354	3.132				2.5901
Std.Err.	0.7693	1.1838				0.6922

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	3.5	1	3.5	0.5	0.493004	
Error	83.7143	12	6.9762			
Ss/BI						Graph Maker
Total	87.2143	13				

Quadro 31 - ANOVA relativa ao número de olhos abrolhados total.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					Total
	1	2	3	4	5	
N	7	7				14
ΣX	159	188				347
Mean	22.7143	26.8571				24.7857
ΣX^2	3801	5202				9003
Variance	31.5714	25.4762				30.9505
Std.Dev.	5.6188	5.0474				5.5633
Std.Err.	2.1237	1.9077				1.4869

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	60.0714	1	60.0714	2.11	0.171982	
Error	342.2857	12	28.5238			
Ss/BI						Graph Maker
Total	402.3571	13				

Quadro 32 - ANOVA relativa ao número de sarmentos.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	188	226				414
Mean	26.8571	32.2857				29.5714
ΣX^2	5232	7696				12928
Variance	30.4762	66.5714				52.7253
Std.Dev.	5.5205	8.1591				7.2612
Std.Err.	2.0866	3.0839				1.9406

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	103.1429	1	103.1429	2.13	0.170118	
Error	582.2857	12	48.5238			
Ss/BI						Graph Maker
Total	685.4286	13				

Quadro 33 - ANOVA relativa ao número de cachos.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	257	210				467
Mean	36.7143	30				33.3571
ΣX^2	9819	6498				16317
Variance	63.9048	33				56.8626
Std.Dev.	7.994	5.7446				7.5407
Std.Err.	3.0215	2.1712				2.0153

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	157.7857	1	157.7857	3.26	0.096120	
Error	581.4286	12	48.4524			
Ss/BI						Graph Maker
Total	739.2143	13				

Quadro 34 - ANOVA relativa à altura das cepas até à bifurcação.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	379	387				766
Mean	54.1429	55.2857				54.7143
ΣX^2	20687	21431				42118
Variance	27.8095	5.9048				15.9121
Std.Dev.	5.2735	2.43				3.989
Std.Err.	1.9932	0.9184				1.0661

standard weighted-means analysis						
ANOVA Summary Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	4.5714	1	4.5714	0.27	0.612782	
Error	202.2857	12	16.8571			
Ss/BI						Graph Maker
Total	206.8571	13				

Quadro 35 - ANOVA relativa ao diâmetro no colo.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	59.2	51.8				111
Mean	8.4571	7.4				7.9286
ΣX^2	503.14	386.7				889.84
Variance	0.4129	0.5633				0.7514
Std.Dev.	0.6425	0.7506				0.8668
Std.Err.	0.2429	0.2837				0.2317

standard weighted-means analysis						
ANOVA Summary Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	3.9114	1	3.9114	8.01	0.015170	
Error	5.8571	12	0.4881			
Ss/BI						Graph Maker
Total	9.7686	13				

Quadro 36 - ANOVA relativa à soma dos comprimentos dos braços.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					Total
	1	2	3	4	5	
N	7	7				14
ΣX	626	600				1226
Mean	89.4286	85.7143				87.5714
ΣX^2	56384	51896				108280
Variance	66.9524	77.9048				70.5714
Std.Dev.	8.1824	8.8264				8.4007
Std.Err.	3.0927	3.3361				2.2452

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	48.2857	1	48.2857	0.67	0.429007	
Error	869.1429	12	72.4286			
Ss/BI					Graph Maker	
Total	917.4286	13				

Quadro 37 - ANOVA relativa à percentagem de abrolhamento.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					Total
	1	2	3	4	5	
N	7	7				14
ΣX	1212.6	1309.6				2522.2
Mean	173.2286	187.0857				180.1571
ΣX^2	216871.26	250870.16				467741.42
Variance	1135.7157	977.1181				1026.8519
Std.Dev.	33.7004	31.2589				32.0445
Std.Err.	12.7375	11.8147				8.5643

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	672.0714	1	672.0714	0.64	0.439261	
Error	12677.0029	12	1056.4169			
Ss/BI					Graph Maker	
Total	13349.0743	13				

Quadro 38 - ANOVA relativa à superfície foliar exposta.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	3	3				6
ΣX	31666.7	30848.5				62515.2
Mean	10555.5667	10282.8333				10419.2
ΣX^2	337259804.4	320453851.6				657713656.0
Variance	1499920.723	1621933.763				1271056.836
Std.Dev.	1224.7125	1273.5516				1127.4116
Std.Err.	707.0881	735.2854				460.2638

standard weighted-means analysis					
ANOVA Summary Independent Samples k=2					
Source	SS	df	MS	F	P
Treatment [between groups]	111575.2067	1	111575.2067	0.07	0.804410
Error	6243708.9733	4	1560927.2433		
Ss/BI			Graph Maker		
Total	6355284.18	5			

Quadro 39 - ANOVA relativa à condutância estomática.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	3946.2	3140.5				7086.7
Mean	563.7429	448.6429				506.1929
ΣX^2	2230277	1425709.83				3655986.83
Variance	939.1562	2791.1562				5288.4546
Std.Dev.	30.6457	52.8314				72.7218
Std.Err.	11.583	19.9684				19.4357

standard weighted-means analysis					
ANOVA Summary Independent Samples k=2					
Source	SS	df	MS	F	P
Treatment [between groups]	46368.035	1	46368.035	24.86	0.000317
Error	22381.8743	12	1865.1562		
Ss/BI			Graph Maker		
Total	68749.9093	13			

Quadro 40 - ANOVA relativa ao teor de antocianinas.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	3	3				6
ΣX	3543.07	3710.78				7253.85
Mean	1181.0233	1236.9267				1208.975
ΣX^2	4247795.751	4598914.303				8846710.054
Variance	31673.7049	4475.7834				15397.3501
Std.Dev.	177.9711	66.9013				124.0861
Std.Err.	102.7517	38.6255				50.6579

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	4687.774	1	4687.774	0.26	0.636967	
Error	72298.9767	4	18074.7442			
Ss/BI						Graph Maker
Total	76986.7507	5				

Quadro 41 - ANOVA relativa ao teor de polifenóis.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	3	3				6
ΣX	200.6	202.4				403
Mean	66.8667	67.4667				67.1667
ΣX^2	13423.98	13704.98				27128.96
Variance	5.2633	24.8633				12.1587
Std.Dev.	2.2942	4.9863				3.4869
Std.Err.	1.3246	2.8789				1.4235

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	0.54	1	0.54	0.04	0.851237	
Error	60.2533	4	15.0633			
Ss/BI						Graph Maker
Total	60.7933	5				

Quadro 42 - ANOVA relativa ao grau brix.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	13	13				26
ΣX	250.6	262.4				513
Mean	19.2769	20.1846				19.7308
ΣX^2	4843.54	5315.76				10159.3
Variance	1.0619	1.6097				1.4966
Std.Dev.	1.0305	1.2688				1.2234
Std.Err.	0.2858	0.3519				0.2399

standard weighted-means analysis						
ANOVA Summary Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	5.3554	1	5.3554	4.01	0.056653	
Error	32.06	24	1.3358			
Ss/BI						Graph Maker
Total	37.4154	25				

Quadro 43 - ANOVA relativa ao teor de álcool provável.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	13	13				26
ΣX	147.45	154.42				301.87
Mean	11.3423	11.8785				11.6104
ΣX^2	1676.8925	1840.7404				3517.6329
Variance	0.3724	0.539				0.5122
Std.Dev.	0.6103	0.7342				0.7157
Std.Err.	0.1693	0.2036				0.1404

standard weighted-means analysis						
ANOVA Summary Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	1.8685	1	1.8685	4.1	0.054146	
Error	10.9376	24	0.4557			
Ss/BI						Graph Maker
Total	12.8061	25				

Quadro 44 - ANOVA relativa ao pH.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					Total
	1	2	3	4	5	
N	11	11				22
ΣX	38.44	38.74				77.18
Mean	3.4945	3.5218				3.5082
ΣX^2	134.4804	136.5832				271.0636
Variance	0.015	0.0148				0.0144
Std.Dev.	0.1225	0.1216				0.1199
Std.Err.	0.0369	0.0367				0.0256

standard weighted-means analysis						
ANOVA Summary Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	0.0041	1	0.0041	0.27	0.609035	
Error	0.298	20	0.0149			
Ss/BI					Graph Maker	
Total	0.3021	21				

Quadro 45 - ANOVA relativa ao peso dos bagos.

Fonte: Varstats

Data Summary						
	Samples					Total
	1	2	3	4	5	
N	3	3				6
ΣX	554.24	447				1001.24
Mean	184.7467	149				166.8733
ΣX^2	102440.3808	66620.36				169060.7408
Variance	23.1941	8.68				396.0969
Std.Dev.	4.816	2.9462				19.9022
Std.Err.	2.7805	1.701				8.125

standard weighted-means analysis						
ANOVA Summary Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	1916.7363	1	1916.7363	120.27	0.000393	
Error	63.7483	4	15.9371			
Ss/BI					Graph Maker	
Total	1980.4845	5				

Quadro 46 - ANOVA relativa à produtividade.

Fonte: Varstats

<i>Data Summary</i>						
	Samples					
	1	2	3	4	5	Total
N	7	7				14
ΣX	52.73	35.51				88.24
Mean	7.5329	5.0729				6.3029
ΣX^2	428.1725	195.1723				623.3448
Variance	5.1608	2.5059				5.1677
Std.Dev.	2.2717	1.583				2.2733
Std.Err.	0.8586	0.5983				0.6076

standard weighted-means analysis						
<i>ANOVA Summary</i> Independent Samples k=2						
Source	SS	df	MS	F	P	
Treatment [between groups]	21.1806	1	21.1806	5.53	0.036606	
Error	46.0001	12	3.8333			
Ss/BI						Graph Maker
Total	67.1807	13				

Anexo 6 - Gráficos

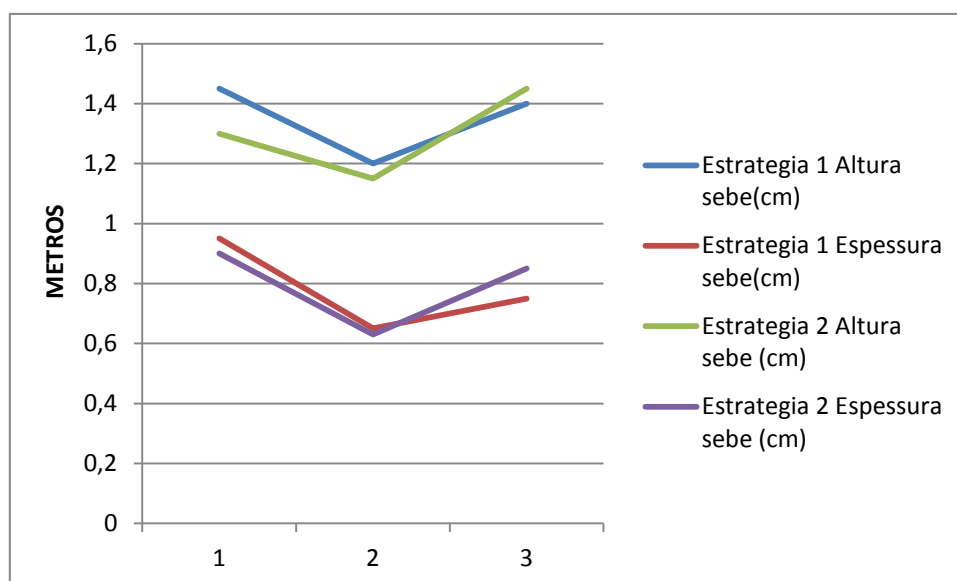


Figura 31 - Evolução da altura e espessura da sebe ao longo do ciclo.

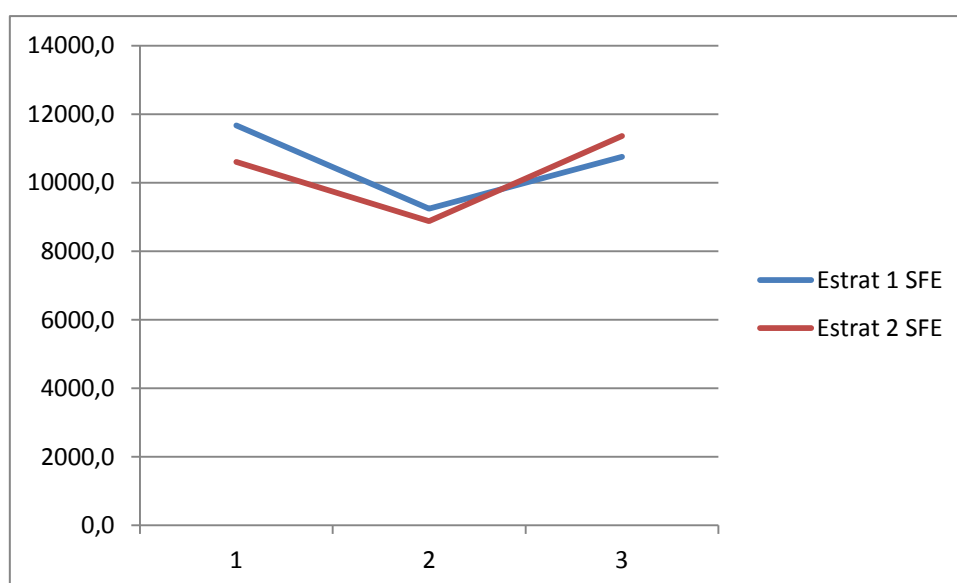


Figura 32- Evolução da superfície foliar exposta ao longo do ciclo em m²/há.

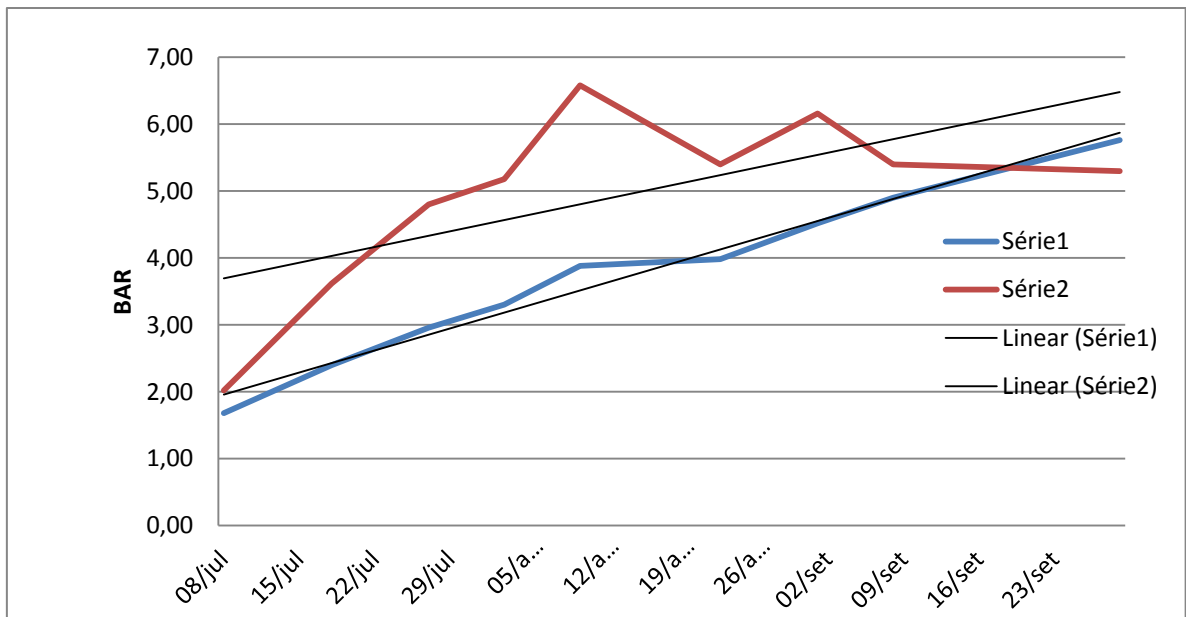


Figura 33- Evolução do potencial hídrico foliar de base ao longo do ciclo em BAR.

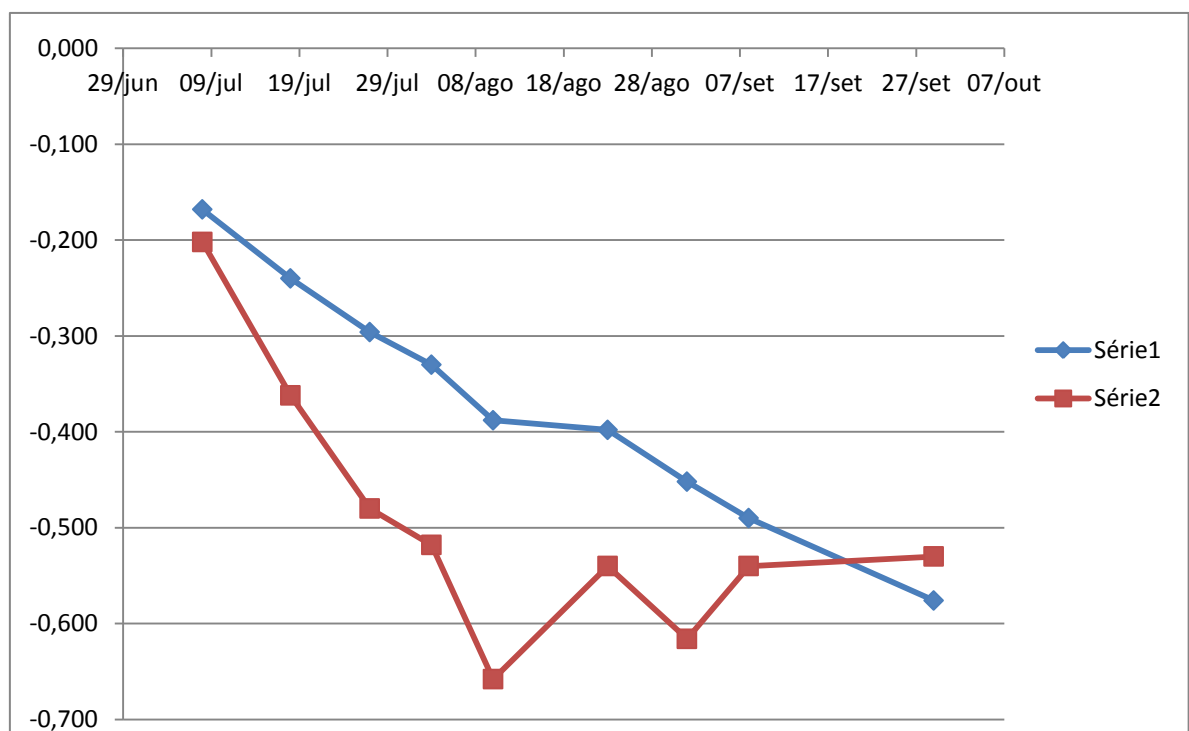


Figura 34- Evolução do potencial hídrico foliar de base em MPa.

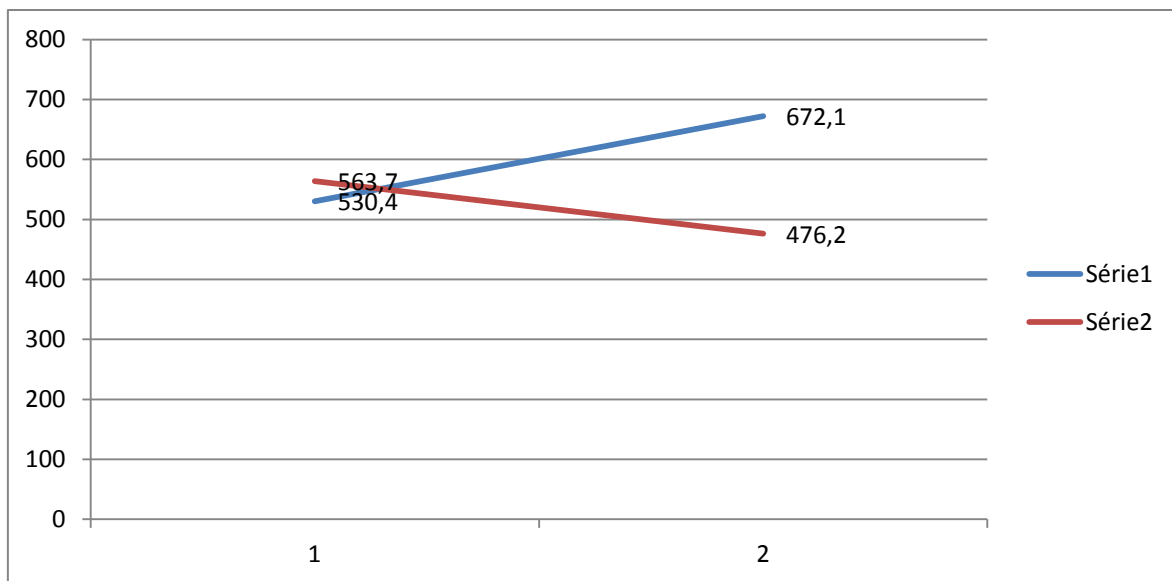


Figura 35- Variação da condutância estomática nas duas datas em que foi medida em mmol/cm².



Figura 36- Evolução do teor de álcool provável durante o ciclo em percentagem de volume.

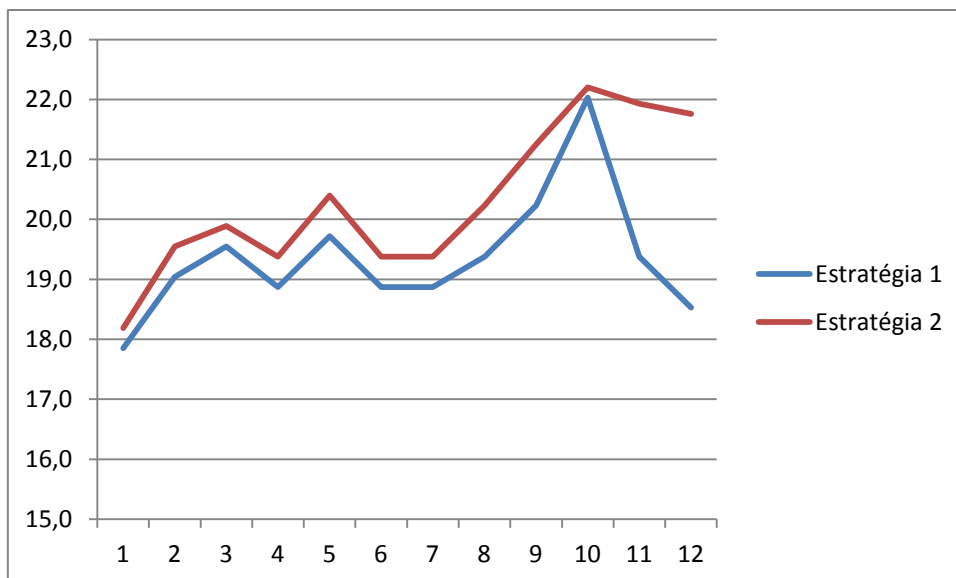


Figura 37- Evolução do grau brix ao longo do ciclo.

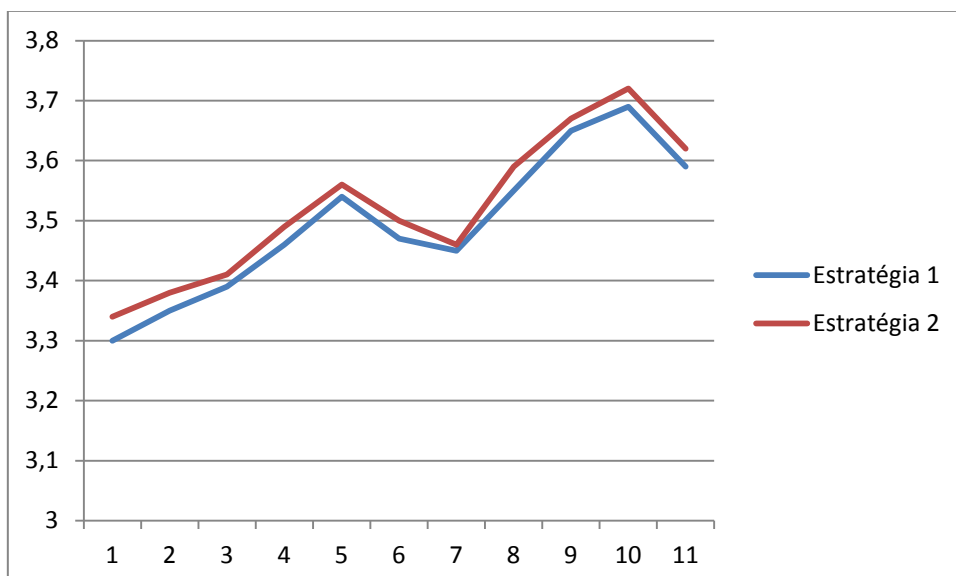


Figura 38- Evolução do teor de pH durante o ciclo.

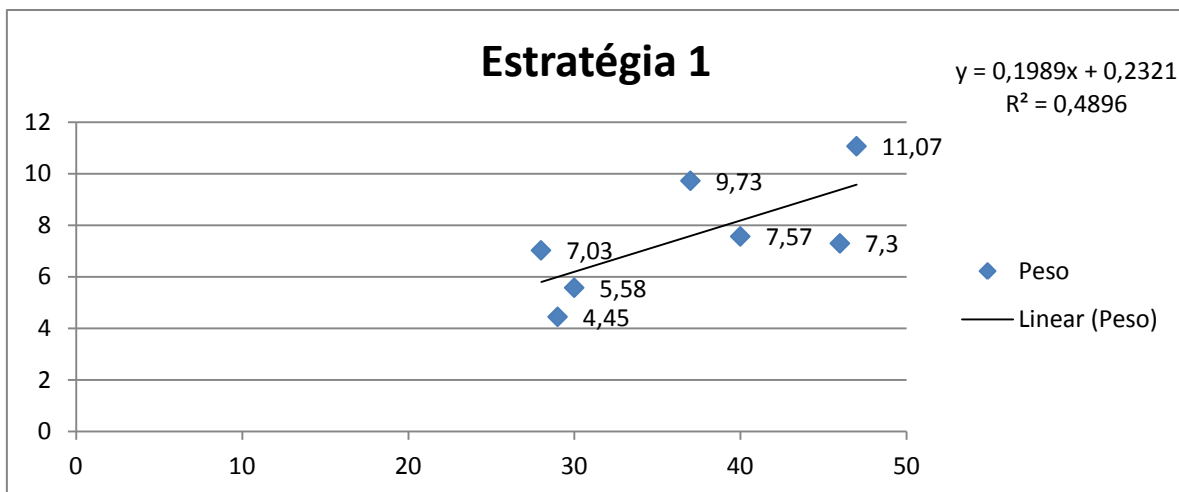


Figura 39- Correlação entre o número de cachos e o seu peso em kg.

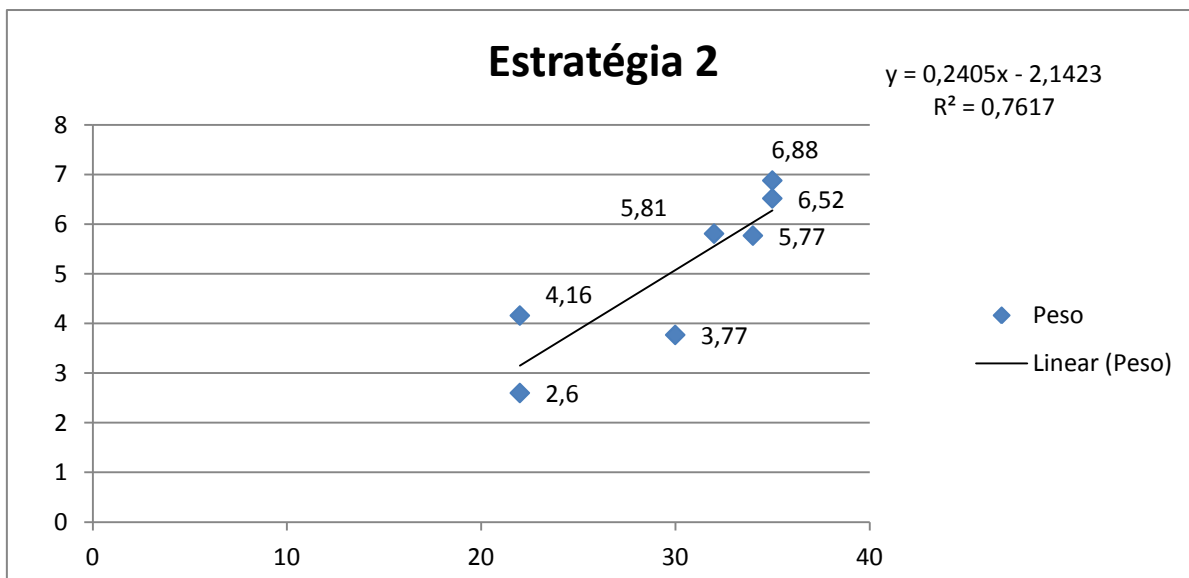


Figura 40- Correlação entre o número de cachos e o seu peso em kg.

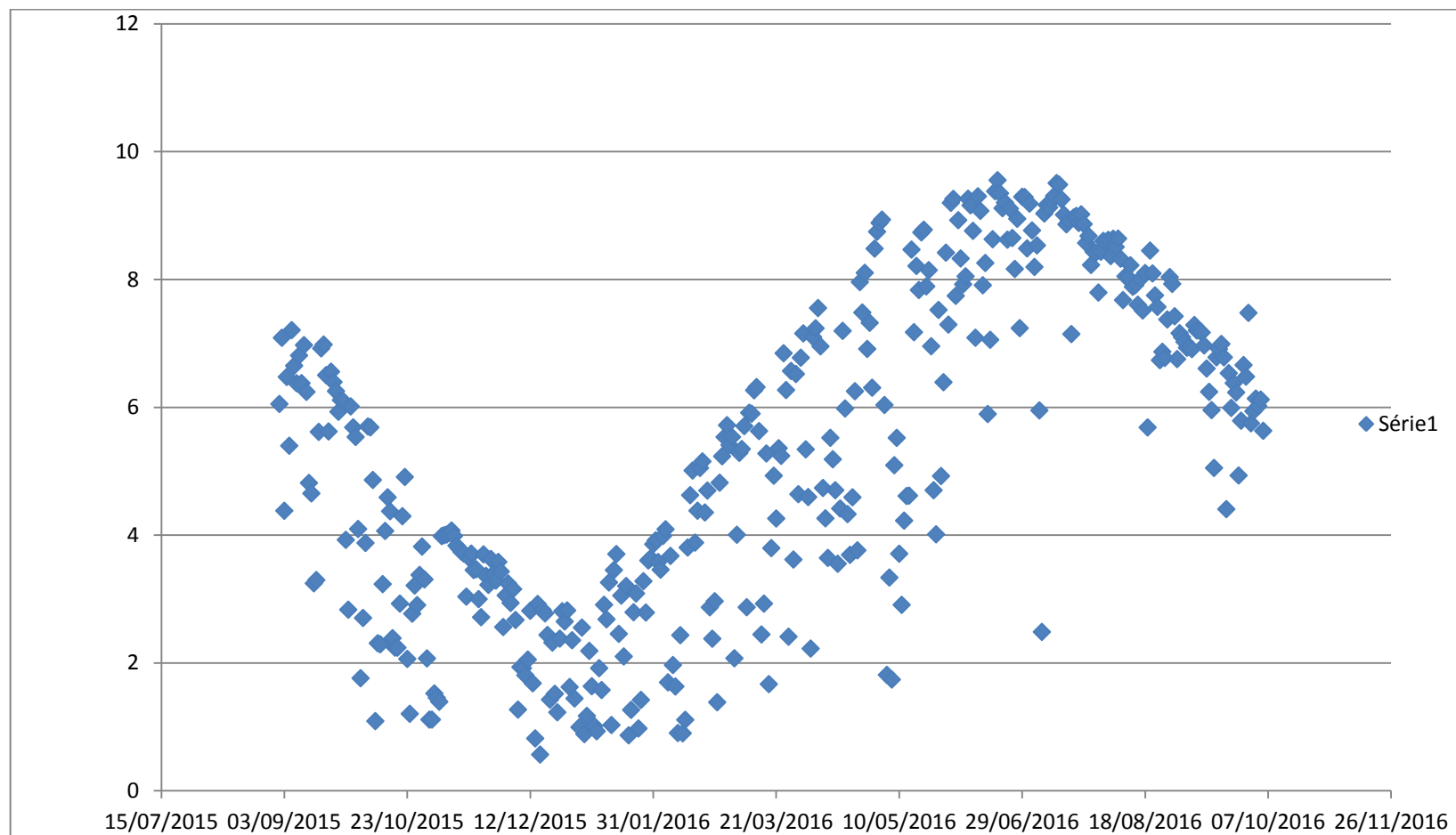


Figura 41-Evolução da evapotranspiração de referência na campanha 2015/2016 de acordo com a estação meteorológica da mitra.

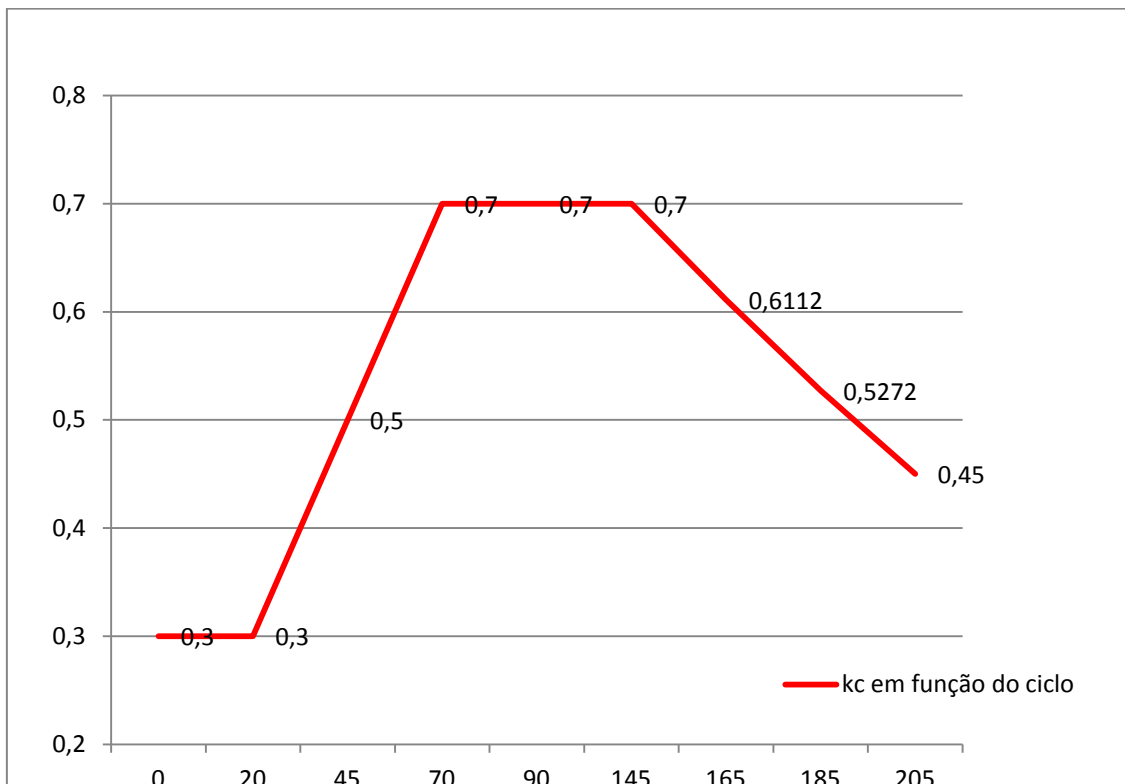


Figura 42- k_c em função do dia do ciclo.

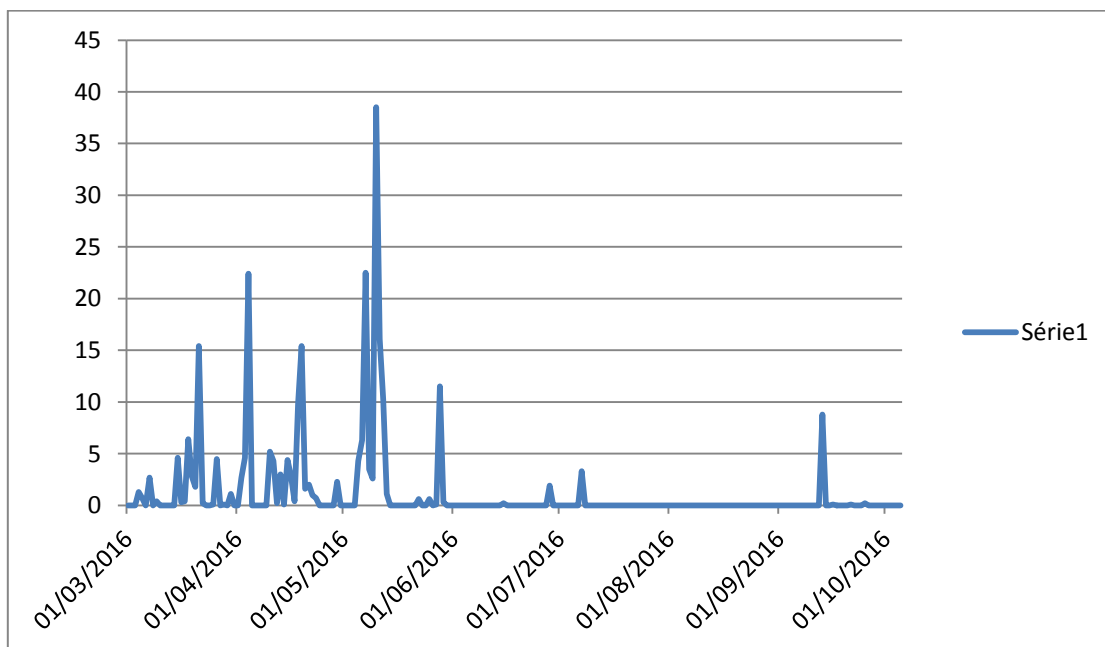


Figura 43- Evolução da precipitação em mm ao longo do ciclo.

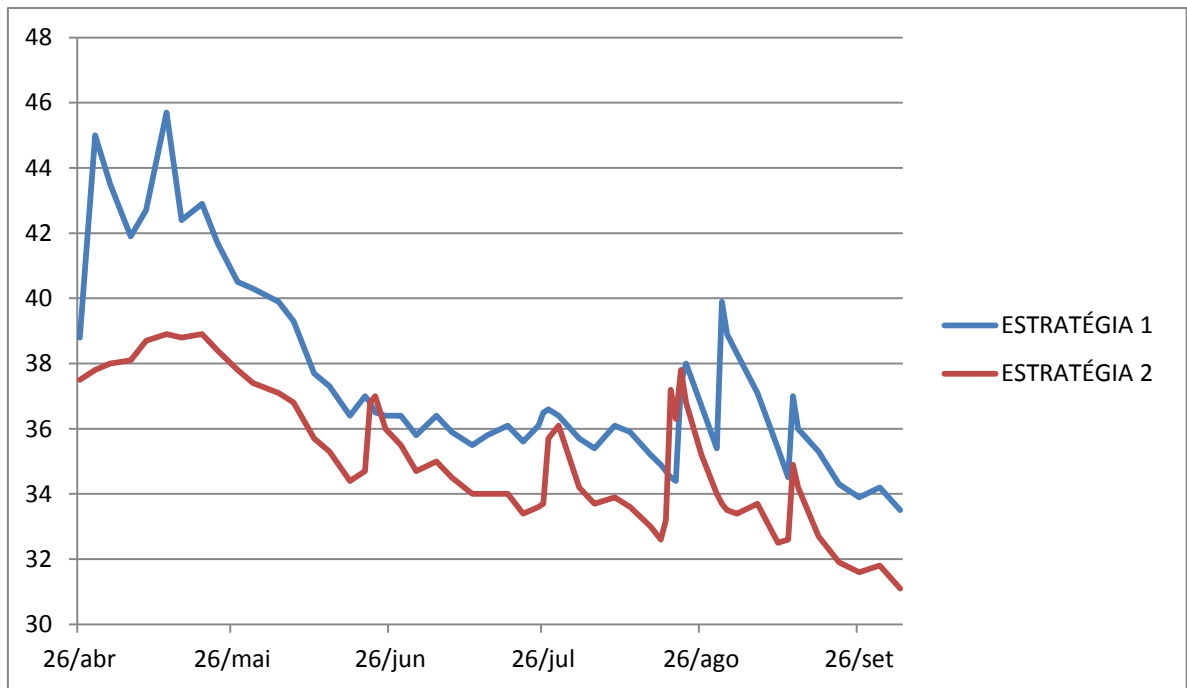


Figura 44- Evolução da humidade do solo (mm) ao longo do ciclo.